



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
(PPGECIMA)

VANDO KLEBER SANTOS SOARES

DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO FÍSICO COM A
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:
Análise das interações discentes

São Cristóvão

2017

VANDO KLEBER SANTOS SOARES

**DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO FÍSICO COM A
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:**
Análise das interações discentes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Celso José Viana Barbosa

São Cristóvão

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S676a Soares, Vando Kleber Santos
Desenvolvimento do conhecimento físico com a
aprendizagem baseada em problemas : análise das
interações discentes / Vando Kleber Santos Soares;
orientador Celso José Viana Barbosa. – São Cristóvão,
2017.

144 f. ; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Ensino de ciências. 2. Aprendizagem baseada
em problemas. 3. Ensino - Metodologia. 4. Conceitos. I.
Barbosa, Celso José Viana, orient. II. Título.

CDU: 501:37.091.33



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGE/CIMA



DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO FÍSICO COM A
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: ANÁLISE DAS
INTERAÇÕES DISCENTES

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
30 DE MARÇO DE 2017



PROF. DR. CELSO JOSÉ VIANA BARBOSA



PROF. DR. TIAGO NERY RIBEIRO



PROF. DR. EDSON JOSÉ WARTHA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder força e perseverança necessárias para a realização e conclusão deste trabalho.

À minha mãe Maria Nativa, à minha irmã Valéria e meu cunhado Geisel pelo apoio e incentivo. À minha sobrinha e afilhada Camille por me mostrar a beleza de se aprender a cada dia.

Agradeço ao Prof. Dr. Celso pelo apoio e pela orientação na realização da pesquisa. Aos professores Dr. Edson Wartha e Dr. Samuel pelas valiosas sugestões dadas na qualificação para o melhoramento deste trabalho.

À professora, aos alunos e à escola que permitiram a realização da pesquisa.

Aos amigos e colegas de trabalho Vera, Bruno, Marcela, Lorena, Luyse e Diana pela compreensão e incentivo à minha dedicação ao mestrado.

Aos amigos André e Bruno pelas conversas sobre a pesquisa que contribuíram significativamente para este trabalho.

À Eline, Andréia e Cristiane pelas palavras de incentivo.

Aos amigos de fé da comunidade Força Jovem pelo apoio espiritual.

Às professoras Dra. Adriana, Dra. Marina, Dra. Giuliana e Dra. Divanízia pelo apoio e incentivo à minha qualificação profissional.

Aos companheiros de luta do SINTUFS, Lucas, Elayne, Jileno, Andréa, Polyana, Luis, Waldemir, Atamário e Adriana por entenderem e encorajarem minha dedicação ao mestrado.

Aos professores pelos ensinamentos e aos colegas de mestrado pela troca de experiências e momentos de descontração.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

Este trabalho investigou o estabelecimento do processo interativo entre os alunos de uma turma da terceira série do ensino médio com a adoção da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e sua relação no desenvolvimento dos conceitos científicos e cotidianos dos estudantes sobre eletrodinâmica. A pesquisa foi realizada em um colégio público estadual do interior do estado de Sergipe. Para analisar as interações sociais lançamos mão das ideias de Vygotsky, dos constructos de Wertsch (1984), na perspectiva de Monteiro (2006), e da ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002). Utilizou-se a observação participante para a coleta de dados, que foi realizada durante 11 aulas, e se utilizou um gravador para gravar as conversas de dois grupos. Foram utilizados ainda registros de campo, fichas avaliativas, folhas de conhecimentos e provas dos alunos. Os resultados mostraram que a ABP permitiu aos alunos formularem e exporem seus pontos de vista dos conteúdos estudados o que promoveu o surgimento de cadeias interativas como padrão de interação e utilizarem recursos semióticos como mediadores para o entendimento e o desenvolvimento dos conceitos.

Palavras-chave: Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Processo interativo. Desenvolvimento de conceitos.

ABSTRACT

This work investigated the establishment of the interactive process among the students of a third grade high school class with the adoption of the methodology of problem-based learning (PBL) and its relation in the development of students' scientific and everyday concepts about electrodynamics. The research was carried out at a state public high school in the interior of the state of Sergipe. In order to analyze social interactions, we used Vygotsky's ideas, Wertsch's (1984) constructs, from Monteiro's (2006) perspective, and the (2002) Analytical tool of Mortimer and Scott. Participant observation was used for data collection, which was performed during 11 classes, and a recorder was used to record the conversations of two groups. Field records, evaluation chart, knowledge sheets and tests of the students were also used. The results showed that the PBL allowed the students to formulate and to expose their points of view of the studied contents, which promoted the emergence of interactive chains as a pattern of interaction and to use semiotic resources as mediators for the understanding and development of the concepts.

Keywords: Problem-Based Learning Methodology (PBL). Interactive process. Concept development.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
EACH	Escola de Artes, Ciências e Humanidades
FAMEMA	Faculdade de Medicina de Marília
IOP	Institute of Physics
PBL	Problem Based Learning
PSSC	Physical Science Study Committe
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFS	Universidade Federal de Sergipe

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Constructos elaborados por Wertsch (1984)	22
Quadro 2 - Estrutura da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002)	24
Quadro 3 - Tipos de abordagem comunicativa.....	25
Quadro 4 - Características das abordagens comunicativas.....	25
Quadro 5 - Cronograma da aplicação das situações-problema durante as aulas	46
Quadro 6 - Finalidades das intersubjetividades	59
Quadro 7 - Conhecimentos dos alunos do Grupo 1 no desenvolvimento do Problema 2	61
Quadro 8 - Respostas dos alunos do Grupo 1 às questões 2 e 4 da prova.....	63
Quadro 9 - "Ligação direta entre as lâmpadas"	65
Quadro 10 - "O problema está no cara"	66
Quadro 11 - "Sobrecarregou, sobrecarregou"	67
Quadro 12 - "Bitolas diferentes"	67
Quadro 13 - "Ligação direta"; "Por que o disjuntor dispara?"	69
Quadro 14 - "Corrente elétrica também?"	70
Quadro 15 - Internalização de operações intersubjetivas	77
Quadro 16 - Interação professor-aluno	80
Quadro 17 - Conhecimentos dos alunos do Grupo 5 no desenvolvimento do Problema 3	81
Quadro 18 - Respostas dos alunos do Grupo 5 à questão 6 da prova.....	83
Quadro 19 - "Modo de espera"; "conscientização"; "fuga de corrente"	84
Quadro 20 - "Mas se o problema for com a fiação?"	85
Quadro 21 - "São dicas de economia?"	86
Quadro 22 - "Como o uso dos aparelhos elétricos influencia na conta?".....	88
Quadro 23 - "Consumo de energia elétrica"	88
Quadro 24 - "Conta de energia envolve várias coisas".....	89
Quadro 25 - "Aparelhos antigos".....	89
Quadro 26 - "Cálculo do consumo de energia elétrica"	90
Quadro 27 - Interação professor-aluno	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização da sala de aula na metodologia da ABP em contraste com a organização habitual	30
Figura 2 - Exemplo de situação-problema utilizada na metodologia da ABP	40
Figura 3 - Questões 2 e 4 da prova	63
Figura 4 - Questão 6 da prova	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 QUESTÃO DA PESQUISA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTKY	15
2.1.1 Origem das Funções Psicológicas Superiores	15
2.1.2 Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).....	17
2.1.3 Formação de Conceitos	18
2.1.4 Conhecimentos Científicos e Espontâneos.....	20
2.2 CONSTRUCTOS DE JAMES V. WERTSCH	21
2.3 FERRAMENTA ANALÍTICA DE MORTIMER E SCOTT	23
2.4 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP).....	28
2.4.1 Características da Metodologia da ABP	28
2.4.2 A ABP no Ensino Médio Brasileiro	35
2.4.3 As Situações-Problema.....	36
3 ABORDAGEM METODOLÓGICA	41
3.1 O LOCAL, O PERÍODO E OS SUJEITOS DA PESQUISA	41
3.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	42
3.2.1 Construção das Situações-Problema.....	42
3.2.2 Aplicação das Situações-Problema.....	46
3.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	49
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	52
4.1 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA PRIMEIRA SITUAÇÃO-PROBLEMA	52

4.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA SEGUNDA SITUAÇÃO-PROBLEMA	55
4.2.1 Definição de Situação, Intersubjetividade e Mediação Semiótica	55
4.2.2 Padrões de Interação e Abordagem Comunicativa	64
4.3 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA TERCEIRA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	72
4.3.1 Definição de Situação, Intersubjetividade e Mediação Semiótica	72
4.3.2 Padrões de Interação e Abordagem Comunicativa	83
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICES	99
ANEXOS.....	140

1 INTRODUÇÃO

A apropriação de conhecimento dos diferentes campos de estudo tem acontecido fortemente, desde as últimas décadas do século XX, graças à informatização das informações, que intensifica a relação do conhecimento com a tecnologia e possibilita, de forma célere, a disseminação do saber produzido, assim como o seu fácil acesso. Nesse contexto, o ensino tão somente como transmissão de conhecimentos pelo professor se torna redundante e faz com que o ato de aprender seja enfadonho e desmotivante para os alunos. Para além da questão da motivação para o estudo, a prática educativa baseada apenas na transferência e recepção de conteúdos produz consequências tanto para quem aprende quanto para quem ensina: por parte dos alunos, receber o conhecimento pronto e acabado retira-lhes a possibilidade de construir e dar sentido à teia de relações que existe entre os conceitos e deles com a prática; o professor, por sua vez, perde a chance de acompanhar, na interação com os alunos e deles entre si, o desenvolvimento dos conhecimentos aprendidos nos ambientes formais, a escola, e sua integração com aqueles formados nos ambientes informais de aprendizagem. Nesse aspecto Vygotsky ressalta que

a experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo. (VYGOTSKY, 1993, p. 72)

Esse *modus operandi* de ensinar-aprender, ao contrário do que se possa pensar como exclusivo da escola básica, tem raízes nos cursos universitários, sobretudo, nas licenciaturas, das quais os licenciados saem e reproduzem no fazer profissional o modo como aprenderam a aprender e a ensinar, sem que lancem mão de uma prática educativa diferenciada. Nesse sentido, Maria Isabel da Cunha em estudo sobre como os modos de produção de significados e conhecimentos influenciam na formação de futuros professores, afirma que

as tradicionais dicotomias entre sujeito e objeto, conteúdo específico e matérias pedagógicas, saber e saber fazer, ciências naturais e ciências sociais, teoria e prática, mesmo que negadas no campo discursivo dos docentes, revelam-se com intensidade assustadora na formação dos licenciandos, porque vão construindo os constructos imaginários sobre os quais sua futura docência se alicerçará (CUNHA, 2001, p. 104).

Ainda segundo Cunha (2001), para ocorrer uma mudança paradigmática, a que chama de inovação, é necessária uma ruptura epistemológica que permita uma reconfiguração do conhecimento sobre bases diferentes das propostas pelo paradigma da modernidade.

Um exemplo de mudança significativa no processo ensino-aprendizagem que nos influenciou e serviu como base de apoio na realização deste trabalho é a verificada na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês Problem Based Learning (PBL). A ABP foi pensada na faculdade de medicina da Universidade McMaster, no Canadá, e configura-se como

um processo de ensino/aprendizagem em que o estudante adquire a capacidade de gerenciar a autoaprendizagem, já que ele é o ator principal nesse processo. Além disso, aprende a pensar, a reconhecer as lacunas de conhecimentos, a formular perguntas inteligentes, a proceder à busca de informações necessárias para responder as dúvidas, a analisar os trabalhos científicos quanto à validade, aplicabilidade e importância. (TSUJI; SILVA, 2010, p.100).

A ABP, portanto, se mostra como uma alternativa capaz de atribuir novos papéis aos alunos, que passam a ser sujeitos ativos de sua aprendizagem e também ao professor, que deixa de transmitir e passa a orientar os alunos em direção aos conhecimentos.

As atividades em sala de aula acontecem em pequenos grupos, dessa forma, a ABP privilegia a discussão entre os estudantes para a elaboração dos significados dos conceitos estudados e isso oportuniza ao professor conhecer o percurso do desenvolvimento dos conhecimentos cotidianos e científicos dos alunos de modo a intervir de forma adequada para o seu progresso. As interações sociais exercem, portanto, um peso enorme nessa metodologia.

Ao trazermos à discussão, por um lado, as limitações da adoção exclusiva do modelo expositivo de ensino perante as demandas produzidas pela revolução tecnológica e dos meios de comunicação que modificaram de forma radical o modo como os indivíduos tomam contato com o conhecimento e, por outro, a necessidade de adotar metodologias ativas de ensino-aprendizagem, em particular a ABP, uma metodologia que favorece a construção ativa e compartilhada de significados pelos alunos, quisemos estabelecer as condições necessárias para adentrarmos ao ensino de Física, visto que há tempo esse ensino tem esbarrado nas dificuldades encontradas pelos estudantes na aprendizagem dessa matéria.

Não obstante as pesquisas em ensino de Física tenham apontado diferentes estratégias metodológicas e recursos materiais e tecnológicos para melhorar o aprendizado dessa disciplina (MOREIRA, 2000; PENA; FILHO, 2008), é uma constante nas aulas de física, independente do nível de ensino, o aluno receber uma gama de conteúdos e depois

fazer e refazer exercícios de cálculos semelhantes aos que o professor usou para transmitir um modo de ser feito. Isso não implica necessariamente em conhecimento, antes converge para a memorização mecânica de conceitos e fórmulas, configurando-se naquilo que Freire (2011, p. 79) diz ser uma “narração de conteúdos que, por isso mesmo, tendem a petrificar-se ou fazer-se algo quase morto, sejam valores ou dimensão concreta da realidade”.

Bruner ilustra bem, ainda que em um contexto diferente, aquilo que queremos dizer com os imbróglis causados por um ensino de Física em que “o ideal aparenta ser explicar, ou simplesmente repetir, o que está no livro e dar uma lista de problemas aos alunos” (Moreira, 2000, p. 95). Na situação trazida por Bruner, certo professor de física conta como apresentou a teoria dos quanta a uma classe:

“ Dei toda a teoria, de ponta a ponta, e quando terminei e ergui os olhos deparei toda uma classe de faces lívidas – evidentemente não haviam entendido nada. Uma segunda vez, repassei toda a teoria e eles ainda não a entenderam. Então, repeti-a por uma terceira vez e, dessa vez, *eu* a entendi” (BRUNER, 1968, p.84).

Essa abordagem predominantemente expositiva e unilateral nas aulas de física é agravada pelo reducionismo desse ensino-aprendizagem às fórmulas e aos cálculos matemáticos, configurando-se no que Bachelard (1996) acusou como um obstáculo quantitativo ao conhecimento, ou matematismo, que contribui para uma compreensão fragmentada, menos real e pouco dialogada dos seus conceitos.

A leitura dos parágrafos anteriores permite colocar a ABP como uma metodologia favorável ao desenvolvimento dos conceitos físicos, na medida em que nessa metodologia de ensino os conceitos não são transferidos aos estudantes pelo professor e é na interação social dos estudantes entre si e com o professor que os conceitos se desenvolvem. Dessa forma e tendo em vista os conceitos prévios e cotidianos que os alunos trazem consigo, nos interessa pesquisar ***como as interações sociais estabelecidas entre os estudantes com a metodologia da ABP promovem o desenvolvimento dos conceitos científicos de um conteúdo de Física?***

Este trabalho está dividido em introdução, referencial teórico, abordagem metodológica, discussão dos resultados e considerações finais.

No referencial teórico apresentamos e explicamos a teoria sociointeracionista proposta por Vygotsky, bem como os constructos indicados por Wertsch (1984), a partir da perspectiva adotada por Monteiro (2006), e também, a ferramenta analítica das interações elaborada por Mortimer e Scott (2002). Tratamos, ainda, da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), metodologia de ensino-aprendizagem utilizada na realização das aulas durante a investigação.

A abordagem metodológica compreende a apresentação do local, dos participantes e do período da pesquisa, a elaboração e aplicação das situações-problema e a indicação da técnica e dos instrumentos de coletas de dados que utilizamos em nossa investigação.

Com o auxílio dos recursos de análise abordados no referencial teórico discutimos o processo interativo que ocorre no desenvolvimento do conteúdo científico da eletrodinâmica e verificamos como a ABP oportuniza a formação e o desenvolvimento dos conceitos científicos trabalhados nos estudantes de uma turma da terceira série do ensino médio.

As análises realizadas nos possibilitaram alcançar algumas conclusões que foram expostas nas considerações finais.

1.1 QUESTÃO DA PESQUISA

Como as interações sociais estabelecidas entre os estudantes com a metodologia da ABP promovem o desenvolvimento dos conceitos científicos de um conteúdo de Física?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as interações sociais promovidas pela metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na perspectiva do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos de um conteúdo de física trabalhado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as interações sociais ocorridas durante as aulas de física com a adoção da ABP;
- Conhecer os conceitos cotidianos dos alunos e como se modificam e evoluem nos processos interativos estabelecidos com a ABP;
- Verificar o desenvolvimento dos conceitos científicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, serão apresentadas e discutidas as ideias contidas na teoria histórico-cultural de Vygotsky. Serão apresentados também os constructos de Wertsch, no sentido utilizado por Monteiro (2006) e a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002), que estão em estreita relação com o pensamento vygotyskiano. Os conceitos trazidos por esses referenciais nos ajudam a analisar e entender melhor as relações que podem e devem existir entre as interações sociais em uma sala de aula de física e o aprendizado pelos estudantes dos conhecimentos científicos dessa disciplina, levando em conta a adoção da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também discutida nesta seção.

2.1 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTKY

A teoria histórico-cultural, também conhecida como abordagem sócio-histórica ou sócio-interacionista proposta por Vygotsky, compreende o entendimento da formação e do desenvolvimento das características do comportamento próprias do ser humano e que acontecem no decorrer da história da humanidade e no transcurso da vida de cada indivíduo. Para Vygostky (1991), as funções psicológicas superiores, por exemplo, a capacidade de planejar, comparar ou acessar voluntariamente a memória, são processos mentais exclusivamente humanos que se originam nas interações sociais e se desenvolvem pela internalização das formas culturais de comportamento.

2.1.1 Origem das funções psicológicas superiores

Em suas investigações, Vygotsky (1991) e seus colaboradores concluíram que as funções psicológicas superiores não nascem com o indivíduo aguardando o momento certo de se manifestarem, tampouco são resultados das pressões do meio externo, ao contrário, é somente com a interação dialética do homem com o seu meio sócio-cultural que elas se desenvolvem. Essa interação implica o estabelecimento da origem das funções superiores no contexto social, cultural e histórico do indivíduo.

Ao interagir com o seu meio, o homem o modifica e modifica a si mesmo “através da internalização dos modos historicamente determinados e culturalmente organizados de operar com informações” (REGO, 1996, p.42). Mas a relação do homem com o mundo não acontece diretamente, ele se vale de instrumentos e sistemas de signos que o auxiliam na realização

dessa tarefa. A atividade humana é, portanto, uma atividade mediada e é graças à **mediação** que o homem tem acesso aos processos de funcionamento psicológicos fornecidos pela cultura. Um exemplo disso é a linguagem que possibilita aos indivíduos que compartilham de um mesmo sistema de signos a comunicação entre si e os permitem atribuir significados aos elementos constitutivos da realidade.

O desenvolvimento humano, na perspectiva vygotskiana, é o resultado da **internalização** das formas de comportamento consolidadas pela experiência humana. Quando crianças a constante interação que mantemos com nossos pais e demais adultos e crianças mais experientes do grupo social e cultural ao qual pertencemos nos permite assimilar, de maneira ativa, os costumes, as condutas e os objetos do nosso contexto sócio-cultural. Progressivamente, esse modo de funcionamento psicológico que é externo a nós e, por isso, dependente da regulação interpsicológica do adulto ou de outra criança mais experiente, passa a se constituir em um processo intrapessoal ou intrapsicológico, voluntário e independente (VYGOTSKY, 1991).

Um exemplo de um processo interpessoal transformado em intrapessoal é verificado no desenvolvimento do gesto de apontar. Inicialmente esse gesto significa o movimento que uma criança pequena realiza com suas mãos na tentativa de pegar, sem sucesso, um objeto. A criança ainda não conhece o gesto de apontar, mas sua mãe ao ajudá-la vai estabelecendo o significado de apontar não mais como o movimento em direção ao objeto, mas um gesto para o outro. Quando a criança passa a associar o seu movimento a toda situação objetiva é o momento em que ela o compreende como o gesto de apontar. Desse modo, a função e o significado do movimento criado, de início, por uma situação objetiva, sofrem uma mudança pelo que é estabelecido pelas pessoas em torno da criança.

Nesse processo compartilhado de desenvolvimento, a fala cumpre um papel de destaque na organização das atividades práticas e das funções psicológicas superiores. Para Vygotsky,

o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem. (VYGOTSKY, 1991, p. 27)

O uso da linguagem permite que a criança passe de uma fala socializada, em que para realizar uma tarefa, como por exemplo, alcançar um brinquedo que está em cima de um armário, necessita verbalizar para um adulto o que sozinha não é capaz de colocar em ação,

para uma fala interior, quando a criança ao invés de apelar para o adulto, apela para si mesma, sem vocalização, ou seja, dizendo para si mesma, por exemplo, preciso usar uma cadeira para alcançar o brinquedo. Nesse momento, em que a fala social é internalizada, a linguagem não apenas admite uma função comunicativa, mas passa a constituir-se em instrumento do pensamento para planejar a solução de um problema. Para chegar a esse estágio, em que a fala precede a ação, a criança experimenta ainda a **fala egocêntrica**, uma fala de transição que acompanha as ações por ela realizadas. Nesse estágio a criança fala em voz alta o que está fazendo sem se dirigir a nenhum interlocutor. À semelhança do que ocorre com a linguagem, em que os aspectos das falas externa e egocêntrica interiorizam-se formando a base da fala interior, o desenvolvimento de outras operações com signos segue o caminho de reconstruir internamente uma operação externa.

2.1.2 Zona de desenvolvimento proximal (ZDP)

A interação do indivíduo com seu meio físico e social é, segundo Vygotsky, o que garante seu desenvolvimento psicológico. Nesse sentido, Vygotsky identifica dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real ou efetivo e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro indica as funções ou capacidades que o indivíduo já domina e consegue utilizar sem depender de outra pessoa. O segundo, refere-se ao que o sujeito é capaz de fazer mediante a ajuda de um adulto ou companheiro mais experiente. A distância entre os dois níveis Vygotsky chamou de **zona de desenvolvimento proximal (ZDP)** (VYGOTSKY, 1991).

A existência da zona de desenvolvimento proximal possibilita conhecer não apenas o que o sujeito já possui em termos de conhecimentos e capacidades, mas, principalmente, permite verificar o processo pelo qual o sujeito, na interação com outros membros, é capaz de adquirir as formas de organização estabelecidas pela cultura do seu grupo social. A relação entre aprendizado e desenvolvimento torna-se nítida, na medida em que, a aprendizagem dos modos de funcionamento psicológico estabelecidos, com a mediação dos instrumentos e signos, produz e modifica os processos psicológicos dos indivíduos partícipes de um determinado contexto histórico-cultural.

A ideia da ZDP é de fundamental importância na perspectiva educacional, uma vez que, é trabalhando nessa região que o professor pode fazer os alunos avançarem para além das suas experiências sociais imediatas e adquiram os sistemas de organização típicos da ciência.

2.1.3 Formação de conceitos

Segundo Vygotsky (1993) entender o processo de formação de conceitos é conhecer os meios pelos quais essa operação é realizada. A formação de conceitos, assim como as funções psicológicas superiores, é um processo mediado por signos, e encontra na palavra o seu signo mediador. A palavra desempenha, primeiro, o meio na formação de um conceito e depois, torna-se o seu símbolo.

Em suas investigações, Vygotsky e seus colaboradores utilizaram 22 blocos de madeira, de diferentes formas, cores, alturas e larguras. Na face inferior de cada bloco estava escrita uma de quatro palavras sem sentido: *lag* nos blocos altos e largos, *bik* nos blocos baixos e largos, *mur* nos blocos altos e estreitos e *cev* nos blocos baixos e estreitos. As palavras inscritas nos blocos não são vistas pelos sujeitos do experimento até o momento em que o pesquisador vira um dos blocos, mostra e lê o nome para o sujeito e pede que ele separe todos os blocos que pareçam ser do mesmo tipo. Virando um dos blocos escolhido de forma errada pelo sujeito da pesquisa, o pesquisador mostra que o bloco é de um tipo diferente e estimula o sujeito a continuar escolhendo. Com o número cada vez maior de blocos virados, o sujeito identifica quais as características dos blocos as palavras sem sentido se referem, relacionando-as a determinados blocos, e dessa forma novos conceitos, para os quais a linguagem não dá nome, são criados (VYGOTSKY, 1993).

Esses experimentos permitiram Vygotsky e seus colaboradores dividirem o percurso da formação dos conceitos em três fases: agregação desorganizada, pensamento por complexo e abstração do pensamento. Essas fases, por sua vez, estão divididas por alguns estágios.

Na fase de agregação desorganizada ou “amontoadado” a criança agrupa objetos distintos, sem nenhuma relação entre si, mas que na percepção da criança todos os objetos compreendem o mesmo signo, significam a mesma palavra, ou seja, na mente da criança o significado das palavras é uma imagem formada por um conglomerado vago, subjetivo e sincrético de objetos isolados. Tudo que impressiona a criança pode fazer parte do conjunto sincrético dos objetos que formam a imagem, o que torna suas relações bastante instáveis.

Na segunda fase, chamada pensamento por complexos, “os objetos isolados associam-se na mente da criança não apenas devido às impressões subjetivas da criança, mas também devido às relações que de fato existem entre esses objetos” (Vygotsky, 1993, p.53).

A experiência direta sobre os objetos é o meio para ocorrerem as ligações concretas e factuais próprias do pensamento por complexos. Mesmo existindo coerência e objetividade nas relações entre os objetos no pensamento por complexos, essas conexões são direcionadas

pelos fatos. A falta de abstração e lógica permite a inclusão de determinado objeto no complexo tendo em vista, apenas, as conexões factuais presentes. Para Vygotsky isso é o que diferencia os complexos de um conceito: enquanto nesse os objetos são agrupados em função de um atributo, naqueles, as ligações que unem seus elementos podem ser tão diferentes quanto os contatos e as relações que de fato existem entre eles.

No pensamento por complexos a criança não consegue abstrair o traço característico do objeto, como acontece no conceito, e todos os atributos são igualmente funcionais nas relações entre eles. Assim, no experimento com os blocos, a criança pode agrupar blocos diferentes, mas que tenham a mesma cor da amostra inicial – complexo associativo; pode agrupar blocos de cores diferentes – complexo de coleções; estabelecer uma seqüência de atributos (cores, formas, tamanhos etc) – complexo em cadeia – na qual o que importa é o vínculo que existe entre um objeto e o objeto seguinte. À medida que os vínculos se tornam cada vez mais vagos as relações entre os objetos tornam-se por sua vez mais difusas e indeterminadas, caracterizando os complexos difusos.

Os complexos acima se sucedem uns aos outros e encontra sua fase final com os pseudoconceitos. Nos **pseudoconceitos** os grupos de objetos são organizados externamente da mesma forma do conceito, porém, psicologicamente lhes faltam a abstração e generalização típica dos conceitos. Assim, por exemplo, quando na experiência com os blocos a amostra é um triângulo amarelo e a criança pega todos os triângulos, tem-se a falsa impressão que ela se orientou pela ideia ou conceito de triângulo, porém, a análise experimental revela que ela se orienta tão somente pela semelhança concreta visível que lhe permite formar um complexo associativo restrito a um determinado tipo de conexão perceptual.

A terceira e última fase do processo de formação de conceitos não ocorre de forma linear depois do pensamento por complexo, ou seja, tem uma raiz independente do pensamento por complexo, e é caracterizada pelo desenvolvimento da abstração.

A formação dos conceitos exige mais que reunir elementos da experiência em grupos, é essencial abstrair e analisar esses elementos fora da experiência concreta de que fazem parte. Segundo Vygotsky (1993, p. 66) “na verdadeira formação de conceitos, é igualmente importante unir e separar: a síntese deve combinar com a análise”.

Na direção do desenvolvimento da abstração a criança se desfaz cada vez mais da sua percepção global e estabelece um grau maior de importância às semelhanças entre os objetos. Quando o agrupamento de objetos baseado na máxima semelhança possível é substituída pelo agrupamento com base em um único atributo se diz que essa formação é um **conceito potencial**. Os conceitos potenciais ainda não são os conceitos propriamente ditos,

mas assim como os complexos constituem-se em uma linha da formação e desenvolvimento dos conceitos.

2.1.4 Conhecimentos científicos e espontâneos

Para Vygotsky (1993) o conhecimento dos conceitos científicos é resultado de um processo de desenvolvimento. A psicologia, à época de seus estudos, entendia que os conhecimentos científicos não estavam submetidos a um processo interno de desenvolvimento, sendo adquiridos prontos e acabados por meio da compreensão e assimilação. Essa concepção não considera o fato que, sendo o conceito expresso por uma palavra que representa uma generalização, à medida que vai ocorrendo o desenvolvimento das funções intelectuais, como a abstração e a capacidade de comparar e diferenciar, a primeira generalização atribuída a essa palavra é substituída por outras de níveis mais elevados. Ao aprender uma palavra, ou conceito, a criança apenas dá início ao seu processo de desenvolvimento.

Por outro lado, uma segunda concepção admitia a existência de um processo de desenvolvimento na mente da criança, porém, nessa concepção tal processo não era diferente do observado no desenvolvimento dos conceitos cotidianos formados pela criança. Não havia, portanto, a necessidade de estudá-los de forma separada. Vygotsky (1993) comenta que, em seus trabalhos, Piaget fazia essa diferenciação: chamando de *espontâneas* as idéias da criança desenvolvidas mediante seus próprios esforços mentais e *não-espontâneas* aquelas influenciadas pelos adultos, Piaget acreditava que o desenvolvimento dos conhecimentos científicos ocorria com a supressão dos modos de pensamento próprios da criança.

Vygotsky (1993) opunha-se ao pensamento de Piaget e acreditava que ambos os processos de formação de conceitos são necessários um para formação do outro, se relacionando mutuamente em sua evolução. Apesar da divergência no entendimento do desenvolvimento dos conceitos científicos e espontâneos, Vygotsky concorda com os estudos de Piaget ao demonstrarem que as operações com os conceitos espontâneos são inconscientes, já que a atenção está dirigida para o objeto ao qual o conceito se refere e não ao ato de pensamento, e são, também, assistemáticas. Partindo disso, Vygotsky entende que o controle consciente e deliberado de um conceito é possível quando ele passa a fazer parte de um sistema. Segundo Vygotsky,

nos conceitos científicos que a criança adquire na escola, a relação com um objeto é mediada, desde início, por algum outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica uma certa posição em relação a outros conceitos, isto é, um lugar dentro de um sistema de conceitos. É nossa tese que os rudimentos de sistematização primeiro entram na mente da criança, por meio do seu contato com os conceitos científicos, e são depois transferidos para os conceitos cotidianos, mudando a sua estrutura psicológica de cima para baixo. (VYGOTSKY, 1993, p.80)

Podemos dizer que os conceitos científicos e os espontâneos fazem parte de um mesmo eixo, o da formação de conceitos, porém, caminham em sentidos opostos. Uma criança consegue utilizar o conceito de irmão na sua experiência diária, contudo, ainda que conheça o objeto ao qual o conceito se refere, ela não se sente à vontade para defini-lo por meio de palavras nem operá-lo em um problema abstrato que envolve o irmão de um irmão. Já com os conceitos científicos, de exploração, por exemplo, se por um lado a criança, desde o início na escola, começa a operar com a sua definição verbal e com a sua aplicação em situações não-cotidianas, por outro, lhe falta a familiaridade de seu uso proveniente da experiência pessoal. O que é excesso em um é o que é necessário para o outro se desenvolver e vice-versa, e é nisso que ambos se relacionam: “é preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato” (Vygotsky, 1993, p. 93). Dessa forma, os conceitos científicos desenvolvem-se de cima para baixo por meio dos conceitos espontâneos, tornando-se mais elementares e concretos, ao passo que os conceitos espontâneos desenvolvem-se de baixo para cima, por meio dos conceitos científicos, tornando-se cada vez mais conscientes e deliberados.

2.2 CONSTRUCTOS DE JAMES V. WERTSCH

Em sua tese, apoiada na perspectiva sociointeracionista de Vygotsky, Monteiro (2006) estuda o processo interativo resultante do desenvolvimento de diferentes atividades nas aulas de física. Os constructos elaborados por Wertsch (1984) para o estudo dos processos interativos são usados pela autora em sua investigação, tendo em vista que em seus trabalhos Vygotsky não descreve de forma específica como ocorre a resolução de problemas sob a orientação ou a colaboração de um adulto ou parceiro mais capaz (Monteiro, 2006). Dessa forma, os constructos dão indicações importantes para a promoção do processo interativo desencadeado em sala de aula e para a análise da qualidade e efetividade das interações. São três os constructos que Wertsch (1984) propõe: a definição de situação, a intersubjetividade e

a mediação semiótica. Esses elementos essenciais à interação são definidos por Monteiro (2006) conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Constructos elaborados por Wertsch (1984)

Constructo	Características
Definição de situação	<p>Trata-se da forma de representação de um contexto, ou conjunto de ideias, em uma interação.</p> <p>Por exemplo, em uma interação social em sala de aula desencadeada pela apresentação de um problema é bem provável que, ao menos no início, as definições de situações dos participantes sejam diferentes, tanto em relação ao próprio problema – a compreensão do seu enunciado – mas também em relação ao encaminhamento da solução desse problema.</p> <p>As intervenções do professor (ou de outro colega) – o parceiro mais capaz – que propôs ou sabe o objetivo do problema e domina as estratégias adequadas para a sua solução, pode levar a criança – o parceiro menos capaz – a trocar a sua definição de situação prévia por outra, mais próxima da definição de situação do professor. A esse processo de substituição de uma definição de situação por outra, Wertsch chamou de redefinição de situação.</p> <p>Existe quando os participantes de uma interação compartilham a mesma definição de situação e têm consciência disso; representa, também, a ação ou a negociação entre os sujeitos participantes da interação com o objetivo de estabelecer, delimitar ou redefinir a situação inicialmente proposta.</p> <p>Aparece em diferentes níveis a depender do grau de concordância de definições entre os participantes da interação:</p> <p>Em um nível baixo pode se restringir, por exemplo, à localização dos objetos que constam de uma tarefa;</p>
Intersubjetividade	<p>Em um nível alto, ou de intersubjetividade completa, os participantes têm exatamente o mesmo entendimento da tarefa a ser realizada (e/ou os participantes atingem todos os objetivos planejados pelo professor ao propor a tarefa) e dos recursos materiais ou simbólicos que devem ser utilizados para realizá-la;</p> <p>Um nível intermediário de intersubjetividade acontece, por exemplo, quando o professor reduz seus objetivos ou o alcance deles para ajustar-se às definições de situação que seus alunos são capazes de adotar. Professor e alunos ao agirem dessa forma adotam uma definição de situação intermediária ou intersubjetiva.</p>

Mediação semiótica	<p>É toda a simbologia de que adultos e crianças ou professores e alunos dispõem para o estabelecimento da intersubjetividade em uma interação social.</p> <p>No ensino de física, por exemplo, é comum o uso da simbologia científica e da linguagem matemática.</p> <p>A mediação semiótica que viabiliza a interação social é promovida por formas simbólicas escritas, orais ou gestuais. Gráficos, equipamentos, montagens experimentais, textos didáticos e de divulgação científica representam também mecanismos ou formas de linguagem do processo interativo e auxiliam a orientar os alunos no seu entendimento e na realização das tarefas propostas.</p>
---------------------------	---

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Monteiro (2006).

2.3 FERRAMENTA ANALÍTICA DE MORTIMER E SCOTT

A análise de três aulas de ciências de uma escola secundária do norte da Inglaterra é o ponto de partida para Mortimer e Scott (2002) introduzirem a ferramenta de análise que elaboraram. A reação química que dá origem à formação da ferrugem é a unidade de trabalho nas aulas, que têm por objetivo estabelecer o ferro, a água e o ar como as substâncias essenciais para que o fenômeno da ferrugem ocorra. Esse objetivo é conseguido progressivamente no avançar das aulas quando, a partir das interações professor-alunos e aluno-aluno, vai havendo um deslocamento do entendimento das condições locais para a ocorrência da ferrugem, observadas pelos estudantes ao fazerem um prego enferrujar em suas casas, para um entendimento científico geral, independente das experiências realizadas por cada aluno.

Ao elaborarem essa ferramenta, os autores colocam em evidência o fato de que a influência da psicologia histórico-social ou histórico-cultural tem delineado um novo caminho para a pesquisa em Educação em Ciências, na medida em que desloca o foco dos estudos daquilo que os estudantes entendem individualmente sobre determinado fenômeno para a pesquisa sobre como se dá o desenvolvimento dos significados e entendimentos no contexto social da sala de aula, o que implica dar ênfase às interações sociais e discursivas que acontecem entre professores e alunos e entre alunos.

Na perspectiva do processo de aprendizagem dos conteúdos científicos como a negociação de novos significados num espaço comunicativo, no lugar da substituição das concepções espontâneas que os estudantes possuem antes do processo de ensino, a ferramenta

pensada por Mortimer e Scott (2002) busca analisar a abordagem docente no processo interativo, no sentido de saber “sobre como os professores dão suporte ao processo pelo qual os estudantes constroem significados em salas de aula de ciências, sobre como essas interações são produzidas e sobre como os diferentes tipos de discurso podem auxiliar a aprendizagem dos estudantes”. É importante ter claro que o uso dessa ferramenta analítica, pela própria natureza do seu objeto de análise, as interações, é útil não apenas para a análise das interações professor-alunos, mas também para a análise das interações aluno-aluno, e é, sobretudo, com essa finalidade, que a usaremos neste trabalho. No Quadro 2, apresentamos a estrutura elaborada por Mortimer e Scott (2002) para analisar as interações e a produção de significados nas aulas de ciências, tendo em vista os focos do ensino, as abordagens e as ações desenvolvidas na sala de aula.

Quadro 2 - Estrutura da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002)

Aspectos da Análise	
Focos do ensino	1. Intenções do professor; 2. Conteúdo.
Abordagens	3. Abordagem comunicativa.
Ações	4. Padrões de interação; 5. Intervenções do professor.

Fonte: Mortimer e Scott (2002).

Neste trabalho focamos em dois aspectos: a abordagem comunicativa e os padrões de interação dos alunos nos grupos de trabalho das situações-problema.

Abordagem comunicativa

Segundo Mortimer e Scott (2002) são quatro as abordagens comunicativas que podem aparecer no plano social da aula de ciências e que revelam a dinâmica da relação entre as intenções planejadas e as intervenções realizadas pelo professor para o ensino dos conteúdos científicos e os padrões de interação que surgem nesse processo. Os discursos entre professor e alunos ou entre esses podem ser caracterizados na dimensão do discurso dialógico ou de autoridade e na dimensão do discurso interativo ou não-interativo.

A abordagem comunicativa é caracterizada como dialógica quando o professor considera em suas intervenções discursivas elementos originários das ideias próprias dos

estudantes, inter-relacionando-as com as ideias científicas que deseja ensinar. Quando o professor admite aos alunos somente as contribuições que se alinham ao discurso científico que almeja construir acontece uma abordagem comunicativa de autoridade. Do exposto, entende-se que a identidade do discurso dialógico é caracterizada, em oposição à abordagem de autoridade, pela presença dos múltiplos pontos de vistas dos sujeitos da interação e independe se essa abordagem tenha sido feita individualmente ou na forma de uma sequência interativa. O fato de a abordagem comunicativa ser realizada por mais de uma pessoa ou por uma pessoa apenas determina se o discurso é interativo ou não-interativo, respectivamente. A combinação dos discursos das duas dimensões resulta em quatro tipos de abordagem comunicativa, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de abordagem comunicativa

	INTERATIVO	NÃO-INTERATIVO
DIALÓGICO	<i>Interativo/ Dialógico</i>	<i>Não-interativo/ Dialógico</i>
DE AUTORIDADE	<i>Interativo/ de autoridade</i>	<i>Não-interativo/ de autoridade</i>

Fonte: Mortimer e Scott (2002)

Essas abordagens são assim caracterizadas:

Quadro 4 - Características das abordagens comunicativas

Interativa/ Dialógica	Há a participação de mais de uma pessoa e são considerados mais de um ponto de vista na interação.
Interativa/ De autoridade	Há a participação de mais de uma pessoa e somente um ponto de vista é considerado na interação.
Não-interativa/ Dialógica	Somente uma pessoa está envolvida na ação comunicativa e mais de um ponto de vista é considerado.
Não-interativa/De autoridade	Somente uma pessoa e um ponto de vista são considerados na ação comunicativa.

Fonte: Mortimer e Amaral (2005).

Padrões de interação

A alternância das falas que ocorrem entre professor e alunos ou entre alunos em sala de aula permite identificar determinados padrões de interação. É comum no processo ensino-

aprendizagem, especialmente no ensino de ciências, o professor iniciar um conteúdo instigando os alunos a falarem o que conhecem sobre aquele assunto, buscando a confirmação daquilo que pretende ensinar ou devolvendo perguntas ou novos elementos que promovam mais envolvimento na participação dos estudantes. No primeiro caso, ocorre a tríade I-R-A (iniciação do professor, resposta do aluno e avaliação do professor); o segundo caso, demonstra que pode ocorrer uma cadeia de turnos de falas da forma I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F..., que podem ser abertas ou fechadas, onde P representa a ação em permitir o prosseguimento da fala e F um feedback que produza uma melhor elaboração do que foi dito.

Silva (2008) ao estudar as estratégias enunciativas de dois professores de Química e como elas oportunizam aos estudantes se envolverem nas atividades propostas e fazerem parte do discurso da sala de aula, nos fornece, apoiada nos trabalhos de Mehan (1979), a caracterização de quatro tipos de iniciação de fala, aplicáveis tanto ao professor quanto aos alunos:

1 - Iniciação de escolha (Ies) - a eliciação de escolha demanda ao respondente que concorde ou discorde com uma afirmação feita pelo perguntador, por exemplo, “a reação é endotérmica ou exotérmica?”;

2 - Iniciação de produto (Ipd) - a eliciação de produto demanda ao respondente uma resposta factual como um nome, um lugar, uma data, uma cor, ou seja, exige que se responda a questões do tipo “o que” ou “qual”;

3 - Iniciação de processo (Ipc) - a eliciação de processo demanda a opinião ou interpretação do respondente. Nas aulas de ciências, em geral, aparece na forma de questões do tipo “por que”, “como” ou “o que acontece”;

4 - Iniciação de metaproceto (Impc) - a eliciação de metaproceto demanda aos estudantes que sejam reflexivos sobre o processo de estabelecer conexões entre eliciações e respostas, solicitando-os, dessa forma, formularem as bases dos seus pensamentos.

Amaral e Mortimer (2006, apud Nascimento, 2012), também apoiados nas categorias de Mehan (1979) para a caracterização dos padrões de interação em sala de aula, nos disponibilizam o entendimento dos tipos de respostas, avaliação e prosseguimento que ocorrem nas interações:

Resposta à iniciação (R) - reflete o tipo de iniciação feita, podendo ser uma escolha, uma resposta factual, uma opinião ou interpretação, ou uma reflexão sobre o processo.

Resposta à avaliação - Resposta completa, parcialmente completa, incorreta ou assimétrica ou ausência de resposta.

Avaliação positiva (A) - Finaliza a sequência;

Prosseguimento (P) - ocorre por meio da avaliação negativa, repetição ou simplificação da iniciação e outros.

Apoiada no trabalho de Mortimer et al (2007) e nos resultados da sua própria pesquisa, Silva (2008) ainda nos apresenta outras categorias, entre elas:

Sem interação (Sem int): quando apenas o professor fala, sem alternar turnos com os alunos ou sem que essa fala seja o fechamento de uma sequência de troca de turnos.

Troca verbal: uma sequência de troca de turnos que é muito aberta e difícil de enquadrar-se nas categorias definidas anteriormente.

Sem resposta (Sem resp.): Quando o professor ou o aluno tenta iniciar uma sequência de interação e não obtém resposta. A pausa que se segue à pergunta do professor ou do aluno é categorizada como sem resposta.

Feedback do aluno (Fa): Esse tipo de padrão ocorre em geral quando vários alunos discutem nos grupos entre si, ou mesmo em presença do professor, e um dos alunos apresenta uma fala no sentido de sustentar a fala do outro aluno ou a fala do professor.

Avaliação do aluno (Aa): Também geralmente ocorre quando os alunos discutem nos grupos entre si, podendo ou não o professor estar presente. Quando a discussão ocorre com o professor, o estudante fecha a cadeia avaliando a fala de outro aluno ou o entendimento do professor acerca das ideias que ele apresentou ao longo da interação, como por exemplo: É isso mesmo que eu acho professor ou é isso mesmo que você entendeu...

Síntese final do aluno (Sfa): Quando um aluno sintetiza as ideias desenvolvidas ao longo de uma interação com outros alunos ou com o professor.

Tomando o turno: Ocorre antes da interação propriamente dita, quando o aluno chama o professor ou o professor chama o aluno para iniciar uma interação.

2.4 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

2.4.1 Características da Metodologia da ABP

Imaginemos um processo de ensino no qual o aprendizado acontece quase que exclusivamente pela memorização de uma grande quantidade de informações, reforçada pela descontinuidade entre teoria e prática bem como sem a propensão em fazer desenvolver habilidades de comunicação, de trabalho em grupo, de resolver problemas o mais próximo possível da realidade, de forma eficiente e eficaz, tanto no meio educacional como profissional, e principalmente, no transcurso da vida. Se, por um lado, esse contexto parece familiar quando pensamos na formação dos nossos estudantes, seja qual nível de ensino nos vem à mente, por outro, era a realidade encontrada no curso de medicina da Universidade McMaster, Canadá, e que se mostrou um terreno fértil para germinar uma metodologia inovadora de ensino, na segunda metade de 1960. Tendo como pano de fundo o cenário apresentado, nasceu e se desenvolveu a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou, em inglês, Problem Based Learning (PBL), que se propõe a uma aprendizagem ativa, implicando, conforme afirmam Conway e Little (2000, apud Dahle et al, 2009), quer em mudanças na estrutura curricular, quer na forma de ensinar-aprender de alunos e professores. Na aprendizagem ativa,

aprender é um processo ao longo do qual os conhecimentos são construídos de maneira ativa, o que representa o outro extremo de receber os conhecimentos passivamente, mediante instrução. (...) De fato, entende-se a aprendizagem como a construção de novos conhecimentos sobre a base de conhecimentos atuais. Aquele que aprende tem em sua mente conhecimentos prévios que servem de base para assimilar novos. (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009, p. 82)

Em compilação de trabalhos de língua inglesa que tratam do potencial da aprendizagem ativa no ensino-aprendizagem de física, Meltzer e Thornton (2012) definem que os métodos pertencentes a essa abordagem apresentam características que podem ser assim sintetizadas:

- I – o ensino é orientado pelo conhecimento prévio e pelo processo de aprendizagem dos alunos;
- II – As ideias dos alunos são elicitadas e abordadas, de modo que eles expressam seus raciocínios;
- III – Os alunos se envolvem em uma variedade de atividades de resolução de problemas durante o horário da aula e são incentivados a “descobrir as coisas por si”;

IV – Os alunos freqüentemente trabalham juntos em pequenos grupos e recebem feedback rápido no decorrer de suas atividades de investigação ou de resolução de problemas, e

V – o raciocínio qualitativo e o pensamento conceitual são enfatizados diante de problemas em variados contextos e representações.

Com a ABP o tradicional paradigma de ensino dá lugar à formação de pequenos grupos colaborativos de estudantes, que se reúnem em dois momentos, chamados abertura e fechamento, com o objetivo de analisar e resolver uma situação-problema disponibilizada pelo professor. O problema é o ponto de partida da ABP, “usado para iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem, [e] diferentemente das metodologias convencionais que utilizam problemas de aplicação ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo” (RIBEIRO, 2010, p. 18), estimula a mobilização de conhecimentos prévios e cotidianos dos estudantes e fomenta a discussão em grupo, oportunizando o que se costuma chamar de “*brainstorming*”, com a formulação de hipóteses que o expliquem, e também, a elaboração de objetivos de aprendizagem.

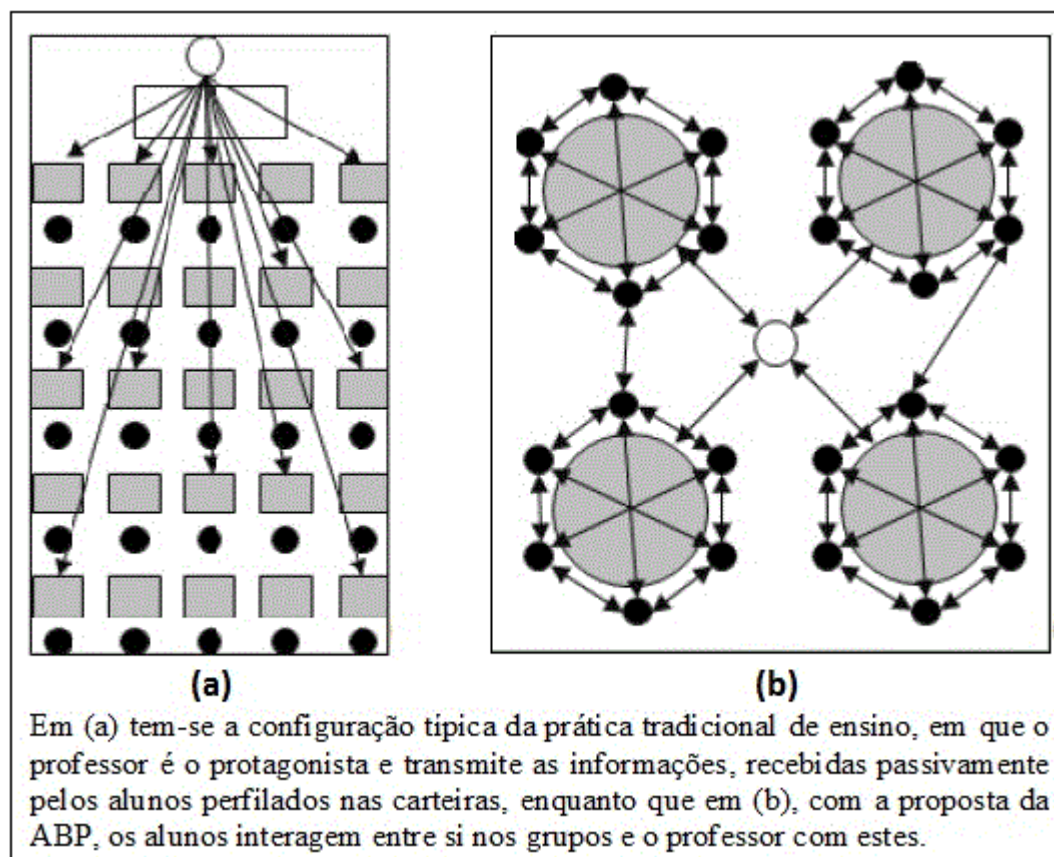
Junto ao problema, a organização dos estudantes em grupos é outro ponto relevante dessa metodologia. O trabalho em grupo

seria capaz de expor os alunos a pontos de vista alternativos, levando-os a questionar sua compreensão inicial do problema. Ao trabalhar em pequenos grupos, os alunos têm a oportunidade de evocar seus métodos de solução de problemas e conhecimentos conceituais, expressar suas idéias e compartilhar a responsabilidade de administrar atividades, promovendo visões diferentes sobre um problema. (RIBEIRO, 2010, p. 18)

Assim, nessa metodologia os alunos se reúnem em pequenos grupos (Figura 1), que facilitam as discussões entre eles e a intervenção do professor.

As mudanças ocorridas no ambiente físico da sala de aula facilitam nas funções que professores e alunos devem desempenhar: o docente assume o papel de tutor, orientando os grupos a encontrarem uma possível solução para o problema. “Consistentemente com os princípios construtivistas, na ABP o papel fundamental do professor/tutor é permitir que estudantes se apropriem do problema com autonomia e independência” (DECKER; BOUHUIJS, 2009, p.194). No que diz respeito aos estudantes, as interações no grupo exigem que um dos alunos assuma o papel de coordenador, oportunizando a fala de cada membro e, também, de um aluno que registre as ideias discutidas e que direcionam a discussão. Esse último aluno recebe a função de secretário.

Figura 1 - Organização da sala de aula na metodologia da ABP em contraste com a organização habitual



Fonte: Adaptada de SANTOS, C. G. B, 2010.

Dessa maneira, “na ABP, a instrução está fundamentada no planejamento de um ambiente de aprendizagem no qual alunos são estimulados por meio de um processo de aprendizagem colaborativo, autodirecionado e contextualizado” (DECKER; BOUHUIJS, p.190) e que, ao conduzir os educandos a apresentarem suas concepções iniciais e, posteriormente, o resultado de seus estudos autodirigidos, permite avaliar em conjunto “o que” e “como” aprenderam (ibid., p. 180). Além do conhecimento de determinado conteúdo, a essência dos objetivos educacionais dessa metodologia se assenta na aquisição de competências, habilidades e atitudes que fazem o estudante aprender a aprender por toda a vida. Para Ribeiro,

ainda que inter-relacionado com processos eficazes de solução de problemas, o PBL tem como objetivos principais a aprendizagem de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas reais e o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma e de trabalho em equipe, [...] a adaptabilidade a mudanças, a habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, o pensamento crítico e criativo, a adoção de uma metodologia sistêmica e holística, o trabalho em equipe, a capacidade de identificar pontos fortes e fracos e o

compromisso com o aprendizado e aperfeiçoamentos contínuos. (RIBEIRO, 2010, p. 25)

Shimidt (1983, apud Deelman e Hoeberigs, 2009, p. 84) apresenta as fases dessa metodologia em “sete saltos” ou passos, quais sejam:

1. Esclarecer frases e conceitos confusos na formulação do problema.
2. Definir o problema: descrever exatamente que fenômenos devem ser explicados e entendidos.
3. Chuva de idéias (Brainstorming): usar conhecimentos prévios e senso comum. Tentar formular o máximo possível de explicações.

Até aqui, poderíamos pensar em termos de qual problema se trata, por que ele existe e nas hipóteses que dão conta da sua existência e da sua solução.

4. Detalhar as explicações propostas: tentar construir uma teoria pessoal, coerente e detalhada dos processos subjacentes aos fenômenos.
5. Propor temas para a aprendizagem autodirigida.

A essa altura, é primordial esforçar-se para indicar o que é necessário conhecer para resolver o problema. Esse passo finaliza a sessão de abertura do tutorial. De posse das anotações realizadas a partir das discussões em grupo, cada componente encarrega-se da sua própria pesquisa por informações (passo 6) para ser levada à sessão de fechamento do problema.

6. Procurar preencher as lacunas do próprio conhecimento por meio do estudo individual.
7. Compartilhar as próprias conclusões com o grupo e procurar integrar os conhecimentos adquiridos em uma explicação adequada dos fenômenos. Comprovar se sabe o suficiente. Avaliar o processo de aquisição de conhecimentos.

Ainda que a ABP tenha sido concebida no âmbito da escola de medicina da McMaster, ao longo dos anos vem sendo adotada por diferentes cursos, em diferentes instituições de ensino superior espalhadas pelo mundo, como a Universidade de Maastricht, Holanda, e a Universidade de Aalborg, Dinamarca. No Brasil, a Faculdade de Medicina de

Marília (FAMEMA), em São Paulo, e o curso de medicina da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná, foram pioneiros na utilização da metodologia da ABP, a partir de 1997 e 1998, respectivamente. A Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP Leste passou a adotá-la em 2005. Trazendo para o contexto do nosso estado, em 2011, a Universidade Federal de Sergipe a adotou nos cursos do Campus de Ciências da Saúde e mais recentemente, em 2015, no Campus do Sertão.

No que se refere ao ensino de ciências, Raine e Symons (2005?) ressaltam que a adoção dessa metodologia tem acontecido de forma lenta, embora sinalizem a adoção dessa abordagem principalmente nos cursos de química e física de muitas instituições. Em se tratando do ensino de física, os autores relatam que algumas objeções têm sido levantadas contra a adoção de uma abordagem ABP. Essas objeções se apóiam na linearidade dos conteúdos, na insuficiência de conhecimento pelos estudantes para resolver os problemas e na necessidade de contemplar o máximo possível de conteúdos.

Para os opositores da ABP no ensino de física essa metodologia não dá conta de garantir a aprendizagem dos insumos matemáticos existentes em um conteúdo e necessários para outro linear e hierarquicamente superior. Porém, Raine e Symons (2005?) lembram que mesmo em um curso tradicional há evidências de que isso não funciona, caso o objetivo pensado para ele não necessite de tal requisito – pode-se ter a física entendida apenas por álgebra, ou álgebra e cálculo e assim por diante. Nesse sentido, os alunos de um curso de física baseado em ABP devem possuir sim habilidades matemáticas, mas, principalmente as habilidades de que necessitam para a estrutura do curso. Como vemos a linearidade na física está muito associada ao seu conteúdo matemático, embora se possa entendê-la antes em termos conceituais.

Os que discordam da ABP na física também afirmam que os estudantes não sabem o suficiente para resolver um problema e que, por isso, é necessário transferir para eles tudo que precisam saber. Essa visão reforça a linearidade discutida anteriormente, ou seja, não se deixa o aluno passar para um outro assunto até que ele adquira tudo que precisa saber em cada “nível”. Ao contrário, na ABP, o aluno pode revisitar cada nível caso seja necessário. Nesse ponto, Raine e Symons (2005?) reforçam a importância do cuidado na elaboração de uma situação-problema, de modo que ela possa desenvolver os conceitos de forma incrementada e evitem a visão segmentada da aquisição do conhecimento.

Por fim, o impedimento à aceitação da ABP encontra apoio na cobertura dos conteúdos definidos nos programas de Física. Nesse sentido, Raine e Symons (2005?) pontuam que se o que se deseja do curso é alcançado então se está cobrindo todo o conteúdo

que se espera. O fato de disponibilizar muito material ao aluno o incentiva a uma aprendizagem superficial em que se busca apenas identificar o conteúdo necessário para as provas.

Quanto às bases teóricas e filosóficas que fundamentam a ABP, ainda que elas não tenham sido mencionadas por aqueles que a conceberam, a literatura sinaliza que essa metodologia se apóia, principalmente, nas contribuições educacionais de John Dewey e Jerome Bruner (RIBEIRO, 2010; DECKER; BOUHUIJS, 2009; ARAÚJO; ARANTES, 2009).

Em sua teoria do conhecimento, Dewey argumenta que todo ser que aprende o faz ativamente a partir da experiência que advém do enfrentamento de uma situação problemática. Dessa maneira, a pedagogia de Dewey exige que os professores proporcionem o encontro da experiência com os temas de estudos, incorporando estes naquela e “construindo um ambiente em que as atividades imediatas dos alunos se confrontem com situações problemáticas que exijam conhecimentos teóricos e práticos da esfera científica, históricos e artísticos, para resolvê-las” (WESTBROOK, 2010, p.18). Dessa forma, teoria e prática se reencontram na medida em que a experiência surge como necessidade de conhecer para contornar uma dificuldade.

Um outro aspecto do ensino-aprendizagem em Dewey é o forte idealismo democrático, visível, por exemplo, quando “as crianças participavam na formulação de seus projetos, cuja execução se caracterizava por uma divisão cooperativa do trabalho, e as funções de direção eram assumidas em rodízio” (WESTBROOK, 2010, p.26) e que, se estendia também ao trabalho dos professores, visto que se reuniam para examinar e planejar o trabalho e, [...] desempenhavam uma função ativa na elaboração do programa escolar. (ibid, p.27)

Na mesma linha de pensamento de Dewey está o do psicólogo, também norte-americano, Jerome Bruner, quando afirma que “qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência, de forma intelectualmente honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento” (BRUNER, 1968, p. 31), bastando, para isso, que se apresente a estrutura do que se deseja que ela entenda segundo as representações que lhe estão disponíveis ao seu desenvolvimento intelectual; as representações são, desse modo, “a forma pela qual o indivíduo visualiza o mundo e explica-o a si mesmo” (MOREIRA, 2011, p.81).

Bruner valoriza a predisposição em explorar alternativas como meio para “descoberta” das soluções dos problemas, e para tanto, essa exploração deve acontecer de maneira ativa, possuir sustentação e, guiar-se numa direção. A incerteza é condição *sine qua non* para ativar a busca por respostas a um problema, assim, “rotinas esclerosadas provocam

pouca ou nenhuma exploração; [bem como] rotinas por demais incertas despertarão confusão e angústia, reduzindo a tendência a explorar” (BRUNER, 1969, p. 60).

Pelo que vimos e conhecemos das teorias de Dewey e Bruner, notamos que o método da ABP guarda, em mais de um ponto, estreita relação com os princípios deweyanos e brunerianos de educação.

Quando assume a resolução de uma situação-problema como ponto de partida para o aprendizado, essa metodologia busca promover a imersão do amplo espectro de conhecimento historicamente acumulado pela sociedade nas experiências cotidianas e contemporâneas discentes, mas de forma que aquilo que se estuda tenha significado de se conhecer, não apenas para aquele que conhece, mas para o conhecimento da sociedade. Desperta no aluno seu interesse por aprender, não passivamente, mas pela descoberta de encontrar relações entre o que já possuía como visualização na sua organização cognitiva e o que passa a ter da sua experiência com o objeto cognoscente, relações tais que se alargam e compreendem também um estado democrático entre os indivíduos e a atividade de conhecer e comunicar o que conhece, acredita, bem como, confere aos estudantes o assenhramento da sua aprendizagem por se realizar de forma autônoma, reflexiva e com significação.

Neste ponto cumpre que tratemos também da importância do investigar a adoção da ABP à luz da teoria sociointeracionista de Vygotsky.

Apoiar-se na teoria histórico-cultural de Vygotsky como referencial teórico-metodológico implica assumir as interações sociais em sala de aula como desencadeadoras da formação dos processos cognitivos dos estudantes. Dessa forma, nesse trabalho, ao pesquisarmos como as interações dos alunos, organizados em grupos, lhes proporcionam o desenvolvimento dos conceitos científicos ao longo da resolução de situações-problema, dois aspectos da teoria de Vygotsky se estreitam da ABP: os conceitos de mediação e de zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Na medida em que na ABP, inicialmente, os componentes dos grupos apresentam com base no nível de desenvolvimento real de cada aluno, ou seja, do que conhecem até o momento sobre o assunto do problema trabalhado, hipóteses e objetivos de aprendizagem, e posteriormente, após as pesquisas realizadas pelo grupo, a apresentação de uma proposta de solução, tem-se configurada a mediação da qual trata o trabalho de Vygotsky. A mediação na ABP é oportunizada ao estudante quando da busca de conhecer meios, particularmente os simbólicos, ou em utilizar os que já tem apropriado durante sua vivência social e, principalmente escolar, e que lhe possibilite entender e explicar à situação estudada.

Nesse processo de busca, conhecimento e apropriação ou internalização dos meios ou signos representativos do fazer social e/ou científico, a presença do professor ou de um colega que esteja em um nível de conhecimento mais avançado ou apresente uma atitude mais autônoma frente às necessidades em resolver o problema é parte inerente do desenvolvimento da metodologia da ABP e constitui-se conjuntamente em potencial gerador das zonas de desenvolvimento proximal daqueles alunos que são orientados pelo professor ou pelo colega.

2.4.2 A ABP no Ensino Médio Brasileiro

No intuito de encontrar trabalhos que abordassem a temática da ABP, em particular nas aulas de física do ensino médio, procedemos a pesquisas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), por representar uma poderosa ferramenta de acesso a estudos, em nível de mestrado e doutorado, de um número expressivo de instituições de ensino superior do país.

Foram investigados os termos aprendizagem baseada em problemas e o seu equivalente em inglês, problem based learning. O operador booleano mais (+) foi antecedido de cada descritor para garantir a obrigatoriedade da existência de todos os termos em quaisquer dos campos pesquisados. Dessa forma, inicialmente, buscou-se delimitar a pesquisa a partir dos termos mencionados para, em seguida, de posse dos resultados encontrados, identificar os que tratavam da implantação da referida metodologia no ensino médio, em especial, nas aulas de física.

Como resultado da pesquisa, foram encontrados utilizando os termos aprendizagem baseada em problemas, 71 documentos, entre teses e dissertações, dos quais 29 teses e 42 dissertações; utilizando os termos problem based learning foram encontrados 80 documentos, dos quais 50 dissertações e 30 teses. Verificou-se a repetição de trabalhos nos resultados das duas buscas em número de 32 dissertações e 21 teses. O período de publicação das dissertações compreendeu os anos 2001 a 2015 e o das teses, 2002 a 2014. Considerando que a princípio tinha-se pensado em analisar um período de dez a quinze anos, os resultados retornados ficaram dentro do almejado.

As informações obtidas revelaram que esses estudos, em que pesem pertencerem ao campo do ensino, encontravam-se inseridos, principalmente, nas ciências da saúde, predominantemente na medicina e enfermagem, nas áreas de engenharia, computação, administração e contabilidade. No que se refere aos trabalhos que tratavam da adoção da ABP no ensino médio, foram encontradas seis (06) dissertações, das quais apenas uma (01) estava

relacionada ao ensino de física. Esse pequeno número de estudos desenvolvidos com a ABP nesse nível de ensino é ratificado por Moreno, Reis e Calefi (2016) ao afirmarem que

ainda são incipientes as pesquisas envolvendo a aplicação da ABP na educação básica (...) Estes dados são reforçados por pesquisa realizada na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), cujo resultado apresentou 24 trabalhos acadêmicos sobre ABP, dos quais, apenas quatro são voltados para a educação básica em nível médio, sendo três para o ensino de Ciências/Biologia e um para o ensino de Química. Destes, duas pesquisas tinham como foco principal o aluno e outras duas abordaram o professor como peça fundamental no processo. (MORENO; REIS; CALEFI, 2016, p. 108)

Essa situação é, também, um motivo de preocupação para Silva Filho et al (2010, p.2), traduzida no questionamento – “Mas, como saber se a PBL está sendo aplicada em outros níveis de ensino [além do nível superior], especialmente no Brasil?” – que os autores respondem suscitando uma outra preocupação, qual seja, a constatação que a quase totalidade dos trabalhos nesse viés não está em português, o que implica em um impeditivo no acesso e, portanto, na formação dos nossos professores em relação ao conhecimento e desenvolvimento dessa metodologia: “não dispomos de literatura voltada para a formação de professores da educação básica na aplicação da PBL escritos em nossa língua. Porém, como era de se esperar, muitos livros foram publicados com esse objetivo usando a língua inglesa” (SILVA FILHO et al, 2010, p.3).

Tendo em mente a questão de pesquisa e os objetivos que norteiam este trabalho, dois trabalhos encontrados apresentaram características semelhantes as da nossa pesquisa, como a aplicação da proposta na terceira série do ensino médio e no decurso normal de uma aula, na escola. Um desses textos, também está relacionado ao ensino de física. Os dois documentos são a dissertação de Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade, intitulada *Possibilidades e Limites da Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Médio*, e a dissertação de Bruno Marques dos Santos, *A investigação sobre a própria prática de um professor iniciante sob o olhar da teoria da recontextualização*, em que o autor visando buscar elementos que recontextualizasse a própria prática docente, adotou a ABP em suas aulas de Física.

2.4.3 As Situações-Problema

O ponto de partida da metodologia da ABP é uma situação-problema. Sua elaboração ou escolha pelo professor, a quem cabe essa responsabilidade, deve possibilitar o

desenvolvimento de processos interativos entre os alunos nos grupos tutoriais e também com o professor e, almejar a promoção da formação dos conceitos neles trabalhados. Isso exige do docente certas competências e habilidades e, principalmente, ter claro em mente a distinção entre problema e problematização.

Demétrio Delizoicov (2005) nos traz o entendimento de problematização em duas dimensões:

- a) Escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem o que os problemas formulados não podem ser solucionados. (...)
 - b) Um processo pelo qual o professor, ao mesmo tempo que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes, ou seja questiona-os também. (...)
- (DELIZOICOV, 2005, pp.132-133)

Ricardo (2010) corrobora com as dimensões trazidas por Delizoicov, quando afirma que a problematização consiste na construção de situações-problema que darão corpo e significado às situações de aprendizagem, se consolidando nas interações em sala de aula pela análise, questionamento e confronto da realidade dos alunos. Revela também, um outro papel desempenhado pela problematização, que é o de concorrer para efetiva contextualização do ensino. O autor ressalta que, no ensino de Física, é comum a contextualização ser resumida a exemplos e ilustrações do cotidiano dos alunos que, em geral, não dialogam com os conteúdos do livro-texto e materiais didáticos, ou o inverso, e também, a atribuição de utilidade que justifique o início do estudo de um determinado conteúdo, todavia, é com as situações-problema que se apresentem como um problema partindo da realidade do estudante, e o possibilite alcançar uma solução ao retornar a realidade que lhe ensinou problematizá-la, é que pode haver, de fato, contextualização.

De acordo com Lopes (2004) a contextualização torna compreensível um enunciado que se “diz ser” um problema. Se “diz ser”, visto que como nos informa esse autor a palavra problema, no contexto da atividade docente, é muito utilizada como sinônimo de exercício. Entretanto problemas e exercícios, ainda segundo Lopes (2004), possuem funções educativas diferentes e necessárias: enquanto os exercícios permitem o treinamento de operações e procedimentos matemáticos e/ou de pensamento, conferindo rapidez ao serem executados e acessíveis à memória de modo rotineiro, os problemas, por sua parte podem desempenhar as funções de desencadear e orientar a abordagem de um campo conceitual, consolidar a abordagem qualitativa e quantitativa de um campo conceitual. Desse modo, as funções

educativas dos problemas convergem para o desenvolvimento de competências de nível mais alto no domínio cognitivo, psicomotor e afetivo.

Pelo que vimos, construir ou selecionar bem as situações-problema é mister, visto que são elas que desencadeiam o processo de reconhecimento pelo estudante do problema que lhe é significativo e, por conseguinte, os saberes que precisa conhecer para dirimi-lo.

Lima e Linhares (2008) afirmam que, nos tutoriais, os problemas escritos são utilizados para motivar os alunos a integrar os conhecimentos resgatados da memória, suscitar dúvidas científicas e dirigir os estudos. Acrescentam dizendo que, um problema mal escrito além de não motivar ao estudo, não favorece a realização de leituras mais aprofundadas e, os resultados ficam comprometidos, ao passo que, um problema bem escrito, desencadeia o aprendizado em espiral, relacionando os conhecimentos antigos e novos, despertando o interesse por aprendizados relacionados. Os autores apresentam de Schmidt (1999) alguns princípios básicos que devem ser levados em conta na hora de elaborar os problemas:

1. Devem conter uma descrição neutra de um acontecimento ou conjunto de fenômenos que necessitam de explicação em termos de processo subjacente, princípios ou mecanismos.
2. Devem conduzir a uma atividade de resolução de problemas pelos estudantes.
3. Devem ser formulados de uma situação tão concreta quanto possível.
4. Devem ter um grau de complexidade adaptado ao conhecimento prévio de cada estudante.

Ribeiro (2010) coaduna com esses princípios ao mencionar que o problema deve possuir fraca estruturação e ser necessariamente de fim aberto. Um problema pouco estruturado permite ao aluno contribuir ativamente com a sua solução, não se limitando a aplicação de um algoritmo ou transcrição de partes do livro-texto, ao contrário, exige que realize pesquisas que lhe forneçam mais informações sobre o contexto problemático, conduzindo-o a sua definição e entendimento, possibilitando discutir e decidir suas possíveis soluções. Por fim aberto, deve-se entender que não existe uma única solução ou a solução correta, mas soluções que compreendem os objetivos esperados. A maior ou menor estruturação de uma situação-problema varia de acordo com o grau de autonomia que se deseja dos alunos e, principalmente, dos recursos, como biblioteca e internet, disponíveis na instituição e acessíveis aos estudantes dentro ou fora dela.

Segundo Lima e Linhares (2008, p.200) “um problema pode ou não ter um título”, cuja função é indicar o foco principal. Caso o tenha, este deve ser neutro e cuidar-se de não

expressar jocosidade ou contrariar princípios éticos e profissionais. Os autores ainda nos lembram que o enunciado não pode se configurar num enigma ou quebra-cabeça, antes, para orientar e facilitar a discussão de uma tarefa específica pode propor uma questão final, de maneira a direcionar a busca de conhecimento específico, ou na tentativa de reduzir as oportunidades de desvio dos objetivos de estudo.

Souza e Dourado (2015) ressaltam também que um bom cenário deve atrair o interesse dos alunos, sobretudo, proporcionando o relacionamento entre os conteúdos programáticos e o cotidiano do discente e, ainda, possuir um tamanho ideal, nem extenso nem curto demais que impossibilite ao aluno identificar o problema. Nesse aspecto, a situação-problema deve conter um enunciado que não sobrecarregue a formulação de objetivos de aprendizagem e permitir, portanto, tempo disponível para a pesquisa das fontes e sua leitura, possibilitando um estudo aprofundado e crítico dos conteúdos, visando uma formação geral e robusta, no lugar de uma instrução fragmentada, superficial e não refletida.

Em relação à mídia de apresentação das situações-problema a literatura nos indica que um texto, quer elaborado, quer retirado ou adaptado de artigos, periódicos científicos e jornais, um vídeo, uma imagem são alguns dos formatos que uma situação-problema pode assumir.

Na Figura 2 dispomos um exemplo de um problema construído para o ensino de Física com a ABP.

Além do conhecimento das características das situações-problema, conforme descritas nos parágrafos anteriores, a observação dos cenários nas dissertações de Andrade (2007) e Santos (2012), serviu-nos como ponto de partida para a elaboração das nossas situações-problema.

Verificamos que Andrade (2007) formulou seus próprios problemas assentando-se nos quatro passos indicados por Lambros (2004), que compreendem a seleção dos objetivos a serem alcançados, a criação de história que estimule os alunos a buscar os objetivos de aprendizagem determinados, a elaboração de um problema sem muita informação e, por fim, a apresentação do problema para uma pessoa antes de apresentá-lo aos alunos. Anteriormente, definiu os conteúdos a serem trabalhados a partir dos temas estruturados pelos PCN e ainda, pela análise de livros didáticos da sua disciplina.

Figura 2 - Exemplo de situação-problema utilizada na metodologia da ABP



Mélangeur misturando açúcar e cacau em "pasta de chocolate"

O açúcar é bem misturado no líquido de cacau, usando o nosso mélangeur. Tanto as partículas sólidas de açúcar como as de cacau são trituradas cada vez menores, enquanto mais e mais gordura é liberada a partir do cacau. A mistura de açúcar/cacau se torna mais suave e continua a ser um líquido espesso conhecido como "pasta de chocolate", agora pronta para o refino e processo de mistura a seguir.

Do trecho acima é evidente que o controle do tamanho das partículas de açúcar é importante na fabricação de chocolate. A Companhia Granada Chocolate é uma pequena empresa no Caribe que pode se beneficiar da semiautomação do processo de moagem. Para fazer isso seria necessário verificar a granularidade do açúcar a ser introduzido à mistura. Tem sido sugerido pelo seu departamento de investigação que um modo simples de verificar o tamanho dos grânulos é para medir a constante dielétrica do açúcar granulado.

A sua tarefa é, por conseguinte, investigar se a granularidade do açúcar pode ser verificada por determinação da sua constante dielétrica usando um circuito AC.

Fonte: Raine e Symons (2005?).

Em Santos (2012) notamos que, quer por receio de não conseguir elaborar bons problemas, quer por tempo exíguo – visto que atuava simultaneamente como professor e pesquisador – preferiu trabalhar com problemas prontos, que foram escolhidos, traduzidos e adaptados de um banco de situações-problema da University of Delaware¹. A menção deste banco de problemas por Santos, nos levou a consultá-lo, bem como, o do Institute of Physics – IOP², que também apresenta uma proposta de ABP.

O acesso às situações-problema consultadas nos conferiu um panorama de construção ou escolha das mesmas. Vimos que as situações-problema observadas traziam mais de uma questão ao final na forma de pergunta. Não adotamos esse procedimento, nesse momento, por entender que, conforme já discutimos anteriormente, essa forma tende a direcionar o aluno a um conteúdo específico inibindo-o, de certo modo, de suscitar questionamentos mais amplos e seus.

¹ <http://www1.udel.edu/inst/resources/sample-problems.html>

² http://www.iop.org/education/higher_education/stem/problem-based/page_55225.html

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 O LOCAL, O PERÍODO E OS SUJEITOS DA PESQUISA

Realizamos a pesquisa no Colégio Estadual Cleonice Soares Fonseca, localizado na cidade de Boquim-SE. A escolha do colégio se deve ao fato de o pesquisador residir nessa cidade. A coleta de dados aconteceu no período de 31 de maio de 2016 a 12 de julho de 2016, em uma turma da 3ª série do ensino médio, com 47 alunos e duas aulas de física semanais, que aconteciam em dias distintos: às segundas-feiras, no primeiro horário e as terças-feiras, no quarto horário. Por representar a etapa imediatamente anterior ao ingresso na universidade, a escolha da terceira série do ensino médio para realização da pesquisa se deveu, principalmente, para oportunizar aos alunos conhecer a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, que tem sido adotada cada vez mais nos cursos do ensino superior.

Buscamos conhecer o funcionamento do colégio e entramos em contato com a professora de física que ensina as terceiras séries do ensino médio. Nesse primeiro contato, foi apresentada, de forma sucinta, a proposta de realização da pesquisa. A professora se mostrou interessada em participar e marcamos um outro momento para que pudéssemos explicar os procedimentos da pesquisa.

No segundo encontro com a professora, explicamos sobre a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas e que a pesquisa se apoiaria no desenvolvimento das aulas de acordo com essa metodologia. A professora concordou em participar. A direção do colégio também estava presente nesse encontro e apoiou a realização da pesquisa. Na reunião, a professora também mostrou os conteúdos que havia ensinado no primeiro bimestre e os que havia planejado para ensinar no segundo bimestre, que eram conteúdos de eletrodinâmica. A turma para a realização da pesquisa foi indicada pela professora, que justificou a escolha por observar um maior comprometimento nos estudos e melhores resultados nas provas dos alunos daquela turma em relação às outras.

Disponibilizamos um material teórico sobre a metodologia da ABP para a professora e as situações-problema relacionadas aos conteúdos de eletrodinâmica.

Entregamos à professora o Problema 1 com as possíveis hipóteses que os alunos formulariam, os objetivos de aprendizagem que pretendíamos que os alunos alcançassem e uma possível solução para o problema. Disponibilizamos apenas os enunciados dos problemas 2 e 3, e contávamos com a contribuição da professora, principalmente no sentido de elaborar os objetivos de aprendizagem para que pudéssemos comparar com os objetivos que

elaboramos. Por falta de tempo, a professora se prontificou em fazer apenas algum eventual ajuste e fornecer alguma sugestão aos objetivos já elaborados.

3.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.2.1 Construção das situações-problema

Elaboramos três situações-problema:

Problema 1 – Como (não) funciona?! – relacionado aos conceitos de circuito elétrico, aparelhos elétricos (geradores e receptores) e corrente elétrica;

Problema 2 – “Fazendo ligações” – relacionado aos conceitos de resistência elétrica, circuito em série e paralelo e dispositivos de segurança da rede elétrica;

Problema 3 – “Reduzindo a conta” – relacionado aos conceitos de potência elétrica e consumo de energia.

Além dos conceitos físicos, procuramos abordar também nas situações-problema temas sociais, como a importância de ter presente ao fazer uma instalação elétrica um profissional eletricitista qualificado, fazer uso sustentável da energia elétrica e conhecer o impacto financeiro dos tributos na conta de energia.

Problema 1

Como (não) funciona?!

André comprou um notebook novo. Chegando a sua casa, decidiu usar o aparelho e, para isso, apertou o botão liga/desliga, mas não obteve sucesso. Resolveu ligá-lo à tomada, que fornece uma tensão de 110V, por meio do “cabo de força” que acompanhava o computador, porém continuou sem obter sucesso. Chateado em não poder usar o aparelho procurou seu amigo para tentar achar uma explicação para o que estava acontecendo.

Possíveis hipóteses que os alunos podem formular:

- 1 - O botão liga/desliga pode estar com problema, não fechando o circuito elétrico impedindo a passagem da corrente elétrica.
- 2 - O notebook não ligou porque a bateria (fonte ou gerador de energia) estava descarregada;

- 3 - O notebook não ligou porque não havia energia elétrica na tomada (fonte elétrica) da sua residência;
- 4 - O cabo de alimentação estava com defeito, impedindo a passagem da corrente elétrica (circuito elétrico aberto);
- 5 - Para ligar um aparelho elétrico é necessária uma fonte de energia elétrica, que forneça uma tensão elétrica adequada, e um meio condutor (fios de cobre, por exemplo) que possibilitem a passagem de uma corrente elétrica;

Objetivos de aprendizagem:

- 1 - Estudar o que é necessário para que um aparelho elétrico funcione e o que o caracteriza;
- 2 - Estudar as características de um circuito elétrico;
- 3 - Estudar o que é uma corrente elétrica e quais suas características;
- 4 - Estudar o que é necessário para estabelecer uma corrente elétrica.

Proposta de solução para a situação apresentada:

Os aparelhos elétricos necessitam de uma fonte ou gerador elétrico que forneça a energia elétrica, a partir de uma tensão ou voltagem, necessária para que funcionem. Os fabricantes dos aparelhos elétricos indicam no próprio equipamento a tensão a que devem estar submetidos para que funcionem adequadamente. Existem os geradores, por exemplo, pilhas, baterias ou a própria tomada, que produzem ou fornecem a energia elétrica e os aparelhos receptores que transformam a energia proveniente da fonte em outras formas de energia, por exemplo, sonora, luminosa, térmica. Neste último caso, os aparelhos são chamados resistivos, ou seja, transformam exclusivamente a energia elétrica em energia térmica. O conjunto formado pelo aparelho elétrico, os fios condutores, o interruptor (botão liga/desliga) e a fonte de tensão, no caso a tomada, constituem um circuito elétrico, que quando se encontra fechado permite o surgimento de uma corrente elétrica, um movimento de cargas elétricas que carregam a energia que o aparelho precisa para funcionar. Quando um desses elementos não permite a passagem da corrente, por exemplo, o interruptor desligado (circuito aberto), fios rompidos, falta de energia, ou algum problema no próprio aparelho, este não funcionará.

Problema 2

“Fazendo ligações”

João, depois de concluir a construção de sua casa, decidiu contratar um eletricista para fazer a instalação elétrica. Seu primo, José, se ofereceu para realizar o trabalho, embora não fosse eletricista profissional. José pediu a João que comprasse “cabinhos com diferentes mm de bitola”, tomadas, interruptores, soquetes e lâmpadas. Concluído o serviço, João verificou que quando acionava o interruptor da sala, as lâmpadas dos dois quartos também acendiam todas, ou nenhuma, e ainda, quando acendiam apresentavam alteração no brilho; já quando alguns eletrodomésticos estavam sendo usados na cozinha e, ao mesmo tempo, tomava banho usando o chuveiro elétrico, o disjuntor disparava. Preocupado com aquela situação, João cobrou explicações a José.

Objetivos de aprendizagem:

Estabelecer correspondência entre a linguagem coloquial apresentado no problema e o termo físico equivalente;

Estudar o que influencia na variação da corrente elétrica no circuito;

Estudar as formas de construir um circuito elétrico.

Estudar como as características da fiação interferem nos circuitos elétricos;

Estudar os dispositivos de segurança de um circuito elétrico;

Discutir a importância de ter a orientação e o trabalho de um profissional na área.

Proposta de solução para a situação apresentada:

Alguns termos são usados no cotidiano para se referirem as grandezas físicas dos objetos; na situação apresentada aparece o termo bitola seguida de uma unidade de medida, o milímetro. Esse termo foi usado para expressar a “grossura” do fio e equivale à área da sua seção transversal que, por isso, deve ser medida em milímetro quadrado. A necessidade de bitolas diferentes justifica-se por igual necessidade de fazer passar pelos fios diferentes intensidades de corrente elétrica, que é conseguido também, por outras características do condutor, como o seu comprimento e material de que é feito, que na Física se chama resistividade. Os materiais, uns mais do que outros, oferecem uma resistência à passagem de corrente elétrica, como por exemplo, a fita adesiva que os eletricistas utilizam para evitar o

contato com os fios, é de plástico, e serve como isolante, ao passo que o fio é feito, em geral, do metal cobre, que é um bom condutor elétrico. O que pode ainda influenciar na intensidade da corrente é a fonte ou tensão: a corrente que passa por uma pequena lâmpada ligada a uma pilha, é menor que quando ligamos a mesma lâmpada a duas pilhas. Dessa forma, conforme arrumarmos os aparelhos elétricos, principalmente os resistivos, teremos mudanças no valor da corrente. É o que acontece na situação-problema em que várias lâmpadas são colocadas umas seguidas das outras, em série, sendo percorridas pela mesma corrente, assim esse fato faz com que tenhamos uma resistência maior e, portanto, uma diminuição da corrente, consequentemente, o brilho é menor. Em nossas casas há outro arranjo em que os aparelhos estão submetidos à mesma tensão, porém, em circuitos próprios, ou em paralelo. Contudo, como cada equipamento precisa de um determinado valor de corrente para funcionar, se todos estiverem ligados ao mesmo tempo, isso fará a corrente no circuito da casa aumentar, podendo provocar, apesar do cuidado com a espessura dos fios, um incêndio. Para que isso não ocorra existem alguns dispositivos de segurança do circuito, como fusíveis e disjuntores que suportam apenas determinado valor de corrente. Ultrapassando-se esse valor eles desligam-se (disjuntores) ou queimam (fusíveis). Essas situações só reforçam a necessidade de um profissional eletricista estar sempre presente quando precisarmos de uma instalação elétrica em nossas casas.

Problema 3

“Reduzindo a conta”

Maria tomou um “choque” ao receber a “conta de luz” do mês de março de 2015 e ver que o valor tinha sofrido um acréscimo considerável. Ao acompanhar pela televisão as notícias nacionais, ficou sabendo que o governo autorizou as concessionárias de energia adotarem um valor maior para o quilowatt-hora da bandeira vermelha. Na casa de Maria há muitos aparelhos elétricos antigos e seus hábitos, dos dois filhos e do seu marido, não são nada econômicos quando se trata do consumo de energia. Preocupada, Maria busca saber como o uso dos aparelhos elétricos influencia no valor da conta e o que pode fazer para reduzi-la.

Objetivos de aprendizagem:

Estudar o que representa a potência elétrica de um aparelho elétrico;

Estudar o que determina o consumo de um aparelho elétrico;

- Comparar o consumo de diferentes aparelhos elétricos;
- Discutir os hábitos em prol de um consumo sustentável de energia elétrica;
- Discutir o impacto do preço das tarifas sobre a conta de energia no valor final da fatura.

Proposta de solução para a situação apresentada:

Além da tensão a que deve ser submetido, os aparelhos elétricos são identificados pela potência elétrica, ou seja, a quantidade de energia que usam por unidade de tempo. Se um aparelho elétrico ficar ligado por um determinado período, ele consumirá certa quantidade de energia e isso tem um custo, que no ano de 2015, no Brasil, sofreu um aumento considerável, quando para cada 100 kWh gastos pagava-se R\$ 5,50 a mais na conta (Aqui será necessário que os alunos listem alguns aparelhos elétricos, com a indicação de potência, atribuir um tempo de uso e calcular a energia consumida e seu custo, usando os valores indicados para o kWh). Esse aumento se deveu a crise hídrica que atingiu o país, que se viu obrigado ao acionamento de usinas termoeletricas. Essas usinas, além de poluírem o meio ambiente, pois usam fontes fósseis de energia, tem custo de produção maior. O uso consciente de energia elétrica contribui, de um lado, para um menor valor na conta, do outro, e principalmente, ajuda ao meio ambiente a “respirar” melhor, isso também exige que façamos uso consciente da água.

3.2.2 Aplicação das situações-problema

As situações-problema foram trabalhadas em 11 aulas, incluindo a aula destinada à aplicação de uma prova escrita para a avaliação da aprendizagem. No Quadro 5 descrevemos as atividades desenvolvidas em cada aula.

Quadro 5 - Cronograma da aplicação das situações-problema durante as aulas

Número da aula	Data da aula	Atividades desenvolvidas
1	31/05	Apresentação da pesquisa e da metodologia da ABP; Abertura da primeira situação-problema ou problema 1.
2	06/06	Estudo dos objetivos de aprendizagem formulados

3	13/06	na aula anterior. Fechamento do problema 1.
4	14/06	Realização da autoavaliação, avaliação do grupo e do problema; Fornecimento de feedback em relação ao problema 1; Entrega de folha contendo as possíveis hipóteses que os alunos formulariam, os objetivos de aprendizagem e uma proposta de solução. Abertura da segunda situação-problema ou Problema 2.
5	21/06	Fechamento do problema 2.
6	27/06	Realização da autoavaliação, avaliação do grupo e do problema; Esclarecimentos sobre consultoria, estudo autodirigido e a avaliação na ABP; Entrega das atividades anteriores; Distribuição do problema 3.
7	28/06	Abertura da terceira situação-problema ou problema 3; Aviso sobre a avaliação; Fornecimento de sites que servissem de referência para as pesquisas.
8	04/07	Estudo autodirigido relativo aos objetivos de aprendizagem formulados na aula anterior. Fechamento do problema 3.
9	05/07	Realização da autoavaliação, avaliação do grupo e do problema;
10	11/07	Consultoria e estudo autodirigido.
11	12/07	Aplicação de prova com os conteúdos trabalhos nos problemas.

Fonte: elaborado pelo autor.

No intuito de analisar a formação dos conceitos científicos desencadeada no desenvolvimento do processo interativo em sala de aula com a utilização da metodologia da ABP, inicialmente apresentamos à classe as características dessa metodologia e fornecemos aos alunos uma folha com os sete passos nela utilizados e o papel que os alunos e o professor deveriam assumir durante a realização das atividades. Apresentamos a folha com os sete passos e os papéis assumidos por alunos e professor no Apêndice A. Em um pedaço de papel, entregamos aos alunos o problema 1. Em seguida, fizemos sua leitura e escrevemos no quadro branco as hipóteses e objetivos de aprendizagem formulados pelos alunos. Pedimos aos alunos que anotassem o que foi registrado no quadro, pois servia para orientar seus estudos e sugerimos também, que pesquisassem no livro didático e na internet e anotassem as fontes pesquisadas. Reforçamos que a realização dos estudos era importante para a interação dos alunos na apresentação de uma solução para o problema. Entendemos que nossa maior intervenção nos dois primeiros encontros foi necessária diante da inexperiência da professora e dos alunos com a metodologia. Nosso objetivo foi fazer os alunos e a professora conhecerem a forma como aconteciam as atividades na metodologia da ABP. A análise das dissertações de Andrade (2007) e Santos (2012) nos revelou a importância desse momento de demonstração, uma vez que, em suas investigações, ambos os pesquisadores utilizaram dois problemas para inserir a proposta de ABP e notaram, em certa medida, a dificuldade dos alunos e professores em desenvolver as atividades com a metodologia enquanto buscavam entender o seu funcionamento.

Houve a formação de grupos para o desenvolvimento das atividades a partir da segunda aula e, depois, sempre na abertura e fechamento das situações-problema. Nas aulas em que ocorreu o estudo autodirigido dos objetivos de aprendizagem nem todos os alunos se organizaram em grupo ou não houve a formação dos grupos. Como a classe possuía 47 alunos, durante a aplicação dos problemas 1 e 2 os alunos deveriam se reunir em grupos de 6 e 5 alunos. Na realização do problema 3 os grupos deveriam ser formados com 7 e 8 alunos. Dessa forma se observou o desenvolvimento do processo interativo em grupos com componentes e número de componentes diferentes. Durante o desenvolvimento dos problemas 1 e 2 a escolha dos componentes do grupo ficou a critério dos próprios alunos. A maioria dos grupos permaneceu com a mesma formação na realização dos problemas 1 e 2, entretanto, houve alteração dos alunos na função de coordenador e secretário. No problema 3 foi atribuído números de 1 a 6 aos alunos e solicitado que os alunos com o mesmo número se juntassem para formar o grupo. A função de coordenador e secretário deveria ser atribuída aos alunos que ainda não haviam desempenhado a função até o momento.

Com o rodízio das funções de coordenador e secretário se buscou observar as habilidades de liderança e de sistematização das informações, respectivamente, durante o desenvolvimento do processo interativo no trabalho em equipe. A organização dos grupos no problema 3, a partir do critério definido anteriormente, foi planejada para oportunizar a interação dos alunos com os colegas que não tinham costume de trabalhar juntos e, também, evitar a formação de “panelas” ou o surgimento de “caronas” durante o desenvolvimento das atividades.

Depois da finalização do fechamento de cada situação-problema os alunos preencheram uma ficha de avaliação com a qual puderam se autoavaliarem, avaliarem o desempenho dos outros membros do grupo e o problema.

3.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Adotamos a observação participante como técnica para a coleta de dados nesse trabalho.

Marconi e Lakatos (2011) afirmam ser a observação uma técnica de coleta de dados que tem por objetivo principal conseguir o registro e, portanto, acumular informações sobre fatos e fenômenos que se pretende estudar, oportunizando ao pesquisador um contato mais estreito com a realidade investigada. Considerando a conduta do pesquisador observador, as autoras classificam a observação em não participante, e em participante. Enquanto que na primeira não ocorre o envolvimento do pesquisador, na última, segundo as autoras, há a interação do investigador com os grupos sociais e tem por objetivo fazer com que os indivíduos compreendam a importância da investigação.

Utilizamos os seguintes instrumentos de coleta de dados na realização da pesquisa:

a) Folha de conhecimentos dos grupos

Ao final da abertura de cada situação-problema os grupos anotaram as hipóteses formuladas pelos componentes para explicar o(s) problema(s) que eles identificaram e os objetivos de aprendizagem para dirigir os seus estudos. Nas aulas em que ocorriam os fechamentos, os grupos escreveram uma solução na mesma folha das hipóteses e dos objetivos de aprendizagem e entregaram ao pesquisador. A essa folha com as hipóteses, os

objetivos de estudo e as soluções dos problemas chamaremos de folha de conhecimentos dos grupos e estão disponíveis nos Anexos A e B.

b) Gravação de áudio

Realizamos o registro em áudio de um grupo nas sessões de abertura e fechamento do problema 2 e de outro grupo, nas sessões de abertura e fechamento do problema 3. A escolha dos grupos foi feita de forma aleatória. As transcrições dos áudios foram essenciais para a análise das interações nos dois grupos gravados.

c) Ficha de avaliação

Depois da conclusão de cada problema foi disponibilizada uma ficha de avaliação, na qual o aluno, de forma individual, avaliava a si mesmo, o desempenho dos demais componentes do grupo e o problema. Pedimos aos alunos que ao preencherem a ficha fossem sinceros em suas respostas, evitando a autopromoção ou agradar os colegas. A ficha de avaliação (Apêndice D) foi elaborada a partir das fichas apresentadas por Lambros (2004) e Ribeiro (2010) (Anexos C e D, respectivamente).

d) Registros escritos do pesquisador

Durante a observação dos grupos, o pesquisador realizou o relato escrito das ações dos alunos que lhe chamaram a atenção e, também, das suas impressões sobre o andamento das atividades. Esses registros estão apresentados no Apêndice B.

e) Prova dos alunos

Terminadas as atividades com as situações-problema, foi realizada uma prova escrita com os conceitos trabalhados. A prova se encontra disponível no Apêndice F.

Na observação do desenvolvimento do processo interativo e da formação dos conceitos científicos realizamos a gravação em áudio de dois grupos em momentos diferentes no trabalho com situações-problema distintas. Acompanhamos o desenvolvimento conceitual desses dois grupos desde o trabalho com a proposição de hipóteses e de objetivos de

aprendizagem, passando pela apresentação de uma solução à situação-problema até a interação de cada aluno com a prova escrita que envolvia todos os conceitos trabalhados durante a realização das atividades com as situações-problema.

Para analisar as interações sociais durante as atividades com as situações-problema e entender como elas ajudam no desenvolvimento dos conceitos científicos adotamos os constructos propostos por Wertsch (1984), no sentido empregado por Monteiro (2006), e também a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002).

Na próxima seção procedemos à discussão dos resultados alcançados durante a aplicação de cada situação-problema trabalhada, considerando, primeiro, os constructos elaborados por Wertsch (1984) e empregados segundo Monteiro (2006) e, em seguida, a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002).

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os registros das observações realizadas estão no Apêndice B. Os diálogos dos alunos e do professor, nesse apêndice, são transcritos de forma não literal. Para localizar a ocorrência dos parâmetros adotados em nossa análise, numeramos cada acontecimento considerando o número do encontro (de 1 a 11) e o momento em que ocorreu dentro do encontro (01, 02 e assim por diante). Assim, em nossa análise, para indicarmos o primeiro registro do primeiro encontro, o fazemos pela letra R seguida da numeração 101, ou seja, R101, em que R é registro, 1 primeiro encontro, 01 o primeiro registro do encontro).

Apresentamos a transcrição dos áudios no Apêndice C. Cada aluno dos grupos gravados é identificado por um número. As falas foram transcritas e indicadas por um número indicativo da sua ocorrência em ordem cronológica. Dessa forma, ao nos referirmos à presença dos elementos usados na análise deste trabalho na fala do Aluno 1, na terceira fala (03) que aparece na discussão do grupo, a identificamos por 03 – Aluno 1.

Considerando a aplicação de cada situação-problema, realizamos, a seguir, nossas análises.

4.1 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA PRIMEIRA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Na análise da aplicação da primeira situação-problema consideramos apenas os constructos de Wertsch (1984), visto que como foi o primeiro contato com a turma e dela com a metodologia, não houve a formação de grupos e os alunos permaneceram organizados nas carteiras enfileiradas. Dessa forma, os padrões de interação e a abordagem comunicativa estabelecidos nas interações discentes foram analisados a partir da aplicação da segunda situação-problema, com a gravação do áudio das interações dos alunos em um dos grupos e no terceiro problema, com a gravação do áudio de outro grupo.

A primeira situação-problema serviu para apresentarmos aos alunos como ocorreriam as atividades, de modo que eles se familiarizassem com a metodologia da ABP. A apresentação consistiu na abertura do problema, ficando o fechamento para outro momento, já com as contribuições trazidas dos estudos autodirigidos dos alunos. É importante destacar que os alunos ainda não tinham visto os conteúdos trabalhados em cada problema.

O problema representado na situação-problema e os objetivos de aprendizagem elaborados por nós se constituíram como nossa definição de situação. Assim, os alunos

concordariam com a nossa definição de situação quando identificassem os mesmos problemas e buscassem alcançar os mesmos objetivos.

O fato de um computador não ligar foi o problema elaborado para a primeira situação. O impedimento da passagem da corrente elétrica causado por algum elemento do circuito elétrico formado pelo botão liga/desliga do computador, os fios condutores do cabo de alimentação, o fornecimento de energia elétrica, o próprio aparelho receptor, o computador, deveria remeter aos alunos os conceitos de circuito elétrico, corrente elétrica e aparelhos elétricos. O registro seguinte permite observarmos que a definição de situação prévia apresentada pelos alunos em relação ao problema continha os elementos constitutivos da nossa definição:

(R107) Buscando explicar a natureza do problema, os alunos propuseram as seguintes hipóteses, que foram anotadas no quadro pelo pesquisador:

- 1. Não tem a informação da tensão no aparelho. Deveria ser ligado a tensão de 220V;**
- 2. Problema no botão liga/desliga;**
- 3. Bateria descarregada ou com defeito;**
- 4. Problema na tomada ou no cabo de força;**
- 5. Vários equipamentos ligados à mesma tomada;**
- 6. Peça com defeito no notebook: monitor ou placa-mãe queimados;**
- 7. André não testou o notebook antes de sair da loja.**

Os objetivos de aprendizagem pensados para essa situação-problema foram:

- 1 - Estudar o que é necessário para que um aparelho elétrico funcione e o que o caracteriza;
- 2 - Estudar as características de um circuito elétrico;
- 3 - Estudar o que é uma corrente elétrica e quais suas características;
- 4 - Estudar o que é necessário para estabelecer uma corrente elétrica.

Com relação aos objetivos de aprendizagem, o tempo de duração da aula em que foi desenvolvida a abertura da situação-problema foi insuficiente para que os alunos formassem o mesmo número de objetivos, contudo, o único objetivo formulado se aproximou com o da nossa definição de situação:

(R111) Os alunos formularam um objetivo: Estudar o que o computador precisa para funcionar.

Do exposto, consideramos que houve um bom nível de intersubjetividade na interação social com os alunos, na medida em que eles mencionaram, durante a formulação de hipóteses e objetivos, elementos, de fato, condizentes com a constituição de um circuito elétrico, com a corrente elétrica e com o funcionamento dos aparelhos elétricos.

A mediação semiótica foi estabelecida pela linguagem oral e escrita e se mostrou ainda mais necessária para alcançar um grau maior de intersubjetividade, de forma a permitir o entendimento da realização das atividades, conforme podemos observar nos registros a seguir:

Em relação ao problema pensado:

(R108) Os alunos não mencionaram a possibilidade de não haver energia elétrica, ou melhor, que havia faltado energia elétrica, assim o pesquisador sugeriu essa hipótese.

Essa hipótese foi escrita no quadro branco pelo pesquisador.

Em relação aos objetivos elaborados:

(R112) A este objetivo acrescentei o que caracteriza o computador, assim como outro aparelho elétrico, como forma de deixá-lo em conformidade com o que tinha pensado como objetivo.

(R113) Como a sirene havia tocado indicando o fim da aula, e por se tratar de um problema-modelo, que servisse de exemplo para que, tanto a professora como os alunos entendessem a dinâmica de funcionamento da metodologia da ABP, listei os demais objetivos que havia formulado como necessários no momento da sua elaboração, para que os alunos pesquisassem, estudassem e trouxessem na aula seguinte, para procedermos ao fechamento do problema.

Em relação aos meios de pesquisa:

(R114) Ao final, o pesquisador sugeriu que utilizassem como fonte de pesquisa, o próprio livro adotado no colégio, bem como a internet, frisando-se que era importante anotar o endereço dos sites nos quais fizessem a busca das informações.

4.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA SEGUNDA SITUAÇÃO-PROBLEMA

4.2.1 Definição de situação, intersubjetividade e mediação semiótica

Nossa definição de situação, nesta atividade, tinha como problemas o fato de quando acionado um interruptor, duas lâmpadas se acenderem ao mesmo tempo com alteração no brilho e o disparo de um disjuntor quando se usava o chuveiro elétrico. Visando a construção dos conceitos de resistência elétrica, circuitos em série e paralelo e dispositivos de segurança de um circuito elétrico, elaboramos os seguintes objetivos de aprendizagem:

- Estabelecer correspondência entre a linguagem coloquial apresentado no problema e o termo físico equivalente;
- Estudar o que influencia na variação da corrente elétrica no circuito;
- Estudar as formas de construir um circuito elétrico.
- Estudar como as características da fiação interferem nos circuitos elétricos;
- Estudar os dispositivos de segurança de um circuito elétrico;
- Discutir a importância de ter a orientação e o trabalho de um profissional na área.

Fornecemos a segunda situação-problema em um pedaço de papel para todos os componentes dos grupos. Para analisarmos as interações entre os alunos durante a realização da atividade, gravamos as conversas de um dos grupos, o Grupo 1, escolhido aleatoriamente, formado por seis estudantes, denominados por Aluno 1, Aluno 2, ... , Aluno 6. A gravação foi feita nos dois momentos da atividade: na abertura da situação-problema, que aconteceu no quarto encontro e, no encontro de fechamento, uma semana depois, no quinto encontro. A duração da gravação de cada encontro foi 7min8s e 20min33s, respectivamente. A análise da transcrição das falas dos participantes nos permitiu conhecer as definições de situação do grupo antes e depois da realização dos estudos autodirigidos de cada aluno participante. Permitiu-nos também conhecer o nível de intersubjetividade presente e a mediação semiótica. Tudo isso, desencadeado pela interação, possibilitou ao grupo elaborar, inicialmente, suas

hipóteses e objetivos de aprendizagem e, no segundo momento, sua proposta de solução para a situação estudada.

Durante a sessão de abertura da situação-problema, é possível verificar, na interação entre os participantes, que a definição de situação inicial em relação aos problemas, como era esperado, não era a mesma entre alguns membros do grupo:

01 – Aluno 1: Então o problema seria basicamente no circuito elétrico. A gente precisa pesquisar a função da tomada, o local onde ela ficaria, o interruptor, soquete, as lâmpadas.

04 – Aluno 3: Ligação direta entre as lâmpadas.

06 – Aluno 5: O eletrodoméstico disparava na cozinha ao mesmo tempo uma pessoa estava tomando banho e o chuveiro elétrico desligou, parava.

07 – Aluno 1: Então isso quer dizer que a rede estava fraca. O problema mesmo é na instalação, a forma que ela foi instalada foi errada (...)

08 – Aluno 5: Então o problema está no cara.

11 – Aluno 3: Poderia ser o fato de ele ter feito uma rede com muitas tomadas e muitos aparelhos e uma rede baixa.

19 – Aluno 3: Acho que poderia ser isso, bitolas diferentes.

A necessidade de uma definição de situação comum entre os componentes do grupo estabeleceu a negociação de ideias, a intersubjetividade, durante todo o processo interativo e que teve início com a solicitação do Aluno 4 para que o Aluno 1 explicasse a situação-problema:

10 – Aluno 4: Explica aí esse negócio vá, esse problema.

16 – Aluno 4: Explica esse negócio todo Aluno 1.

Nesse ponto notamos que o Aluno 4 parece considerar o Aluno 1 como sendo o **parceiro mais capaz da interação** (Vygotsky, 1991). Essa impressão se confirmou durante o desenrolar da discussão no grupo, quando o Aluno 1 sugere o uso de um aplicativo de mensagens para facilitar o compartilhamento de informações relacionadas ao problema e as construções de um desenho de um circuito elétrico ideal e de um desenho representativo do circuito da situação que o grupo estudava, possibilitando visualizá-los e compará-los. Ambas as contribuições do Aluno 1, ainda que sugestões, se configuraram como mediadores semióticos que possibilitaram avançar no processo de intersubjetividade entre os participantes da interação.

20 – Aluno 1: (...) a gente pode fazer um grupo, no WhatsApp, e aí a gente vai discutir o trabalho lá, é bem melhor.

27 – Aluno 1: Seria bom fazer um desenho de um circuito elétrico ideal e de como provavelmente esse circuito elétrico estava para comparar, entendeu? Aí quando a gente desenhar a gente vai ver... Porque são hipóteses... Essa coisa poderia estar aqui.

Além disso, as intervenções realizadas pelo Aluno 1 foram essenciais no sentido de sustentar a viabilidade da ideia proposta pelo colega, verificar o entendimento do colega a partir de perguntas ou direcionar as ações que o grupo deveria tomar para resolver o problema e garantiram, dessa forma, a manutenção do próprio processo interativo. Os trechos a seguir são ilustrativos das contribuições do Aluno 1 para a interação social do grupo:

07 – Aluno 1: Aí você vai fazer um curto-circuito com o cara que não é profissional?

12 – Aluno 1: Sobrecarregou, sobrecarregou.

20 – Aluno 1: Bote assim, pesquisar sobre tomadas e interruptores, soquetes e lâmpadas.

22 – Aluno 1: É, bitolas... e a função deles no circuito elétrico.

25 – Aluno 1: No caso, cada cor tem sua função.

27 – Aluno 1: (...) entendeu? (...)

29 – Aluno 1: (...) entendeu? A gente tem que pesquisar na internet justamente este problema quando duas lâmpadas acendem e apagam no mesmo lugar (...)

34 – Aluno 1: (...) O disjuntor disparava... Vamos procurar o que é isso... Sua função, como é, porque o disjuntor dispara. Pronto se a gente descobrir os motivos que fazem ele disparar a gente descobre o problema.

37 – Aluno 1: É porque se ele dispara deve ser por causa dessa ligação direta. Ah... Procure o que são essas ligações elétricas.

O bloco de diálogo a seguir demonstra um intenso processo de intersubjetividade, enquanto processo de negociação. Seu desfecho concorda com o que o Aluno 3 apresentou de início como sua definição de situação, e suscita a participação do Aluno 5 e, também, do Aluno 3 para um novo encaminhamento:

27 – Aluno 1: Seria bom fazer um desenho de um circuito elétrico ideal e de como provavelmente esse circuito elétrico estava pra comparar, entendeu? Aí quando a gente desenhar a gente vai ver... Porque são hipóteses... Essa coisa poderia estar aqui.

28 – Aluno 2: A gente faz uma espécie de modelo como deveria ser o circuito.

29 – Aluno 1: Aí faz o modelo de como deveria ser o circuito e como no caso está apresentando, entendeu? A gente tem que pesquisar na internet justamente este problema quando duas lâmpadas acendem

e apagam no mesmo lugar, aí na hora que a gente for fazer o desenho aí vai fazer essa representação ligação direta.

30 – Aluno 2: Mas a gente não sabe se é ligação direta ao certo.

31 – Aluno 1: Então... A gente vai pesquisar pra saber como é o desenho.

32 – Aluno 2: Então, no caso, uma possível hipótese, a primeira possível hipótese, é que há uma ligação direta na casa.

33 – Aluno 5: Está falando que quando um eletrodoméstico na cozinha está ligado e quando uma pessoa vai utilizar o chuveiro elétrico o disjuntor disparava, então o problema é no conjunto.

36 – Aluno 3: Eu acho que deve pesquisar as semelhança entre esses problemas tanto da ligação direta das lâmpadas quanto do motivo para ele disparar.

Notamos também a mediação semiótica quando o Aluno 3 relata uma experiência envolvendo a compra de fios para a sua casa. O relato, nesse caso, se constituiu em um mediador semiótico favorável ao entendimento do grupo daquilo que o Aluno 3 entendia por bitola:

24 – Aluno 3: Eu acho que poderia ser bitola. Eu falo isso porque minha mãe comprou uma casa recente e quando ela foi fazer a instalação, cada fio ele tem uma cor e um tamanho diferente: o fio branco ele é mais grosso que o fio vermelho, que é mais grosso que o fio azul e eu acho que isso deve ser bitola.

Observamos que na abertura do Problema 2 os alunos não chegaram a um consenso a respeito dos problemas e dos objetivos de aprendizagem. O pouco tempo de discussão – *R412: Os alunos tiveram cerca de dez minutos para discutirem* – certamente dificultou para atingir uma definição de situação intersubjetiva entre as definições dos próprios participantes.

Na aula de fechamento, foi observado pouco ou nenhum estudo autodirigido realizado pelos membros do grupo, tendo em vista o nível baixo de intersubjetividade, a predominância da linguagem não científica e o domínio do discurso pelo Aluno 1. As duas sequências de diálogos a seguir demonstram a falta de aprofundamento dos conteúdos tratados na situação-problema. Como consequência, o grupo ainda mantém a forma elementar da definição de situação prévia em termos da sua relação com outros conceitos:

32 – Aluno 3: Chegar aqui e dizer que o problema é o aquecimento da bitola?

33 – Aluno 6: Pode ser que a bitola tenha se deteriorado.

34 – Aluno 1: Pode ser que a parte isolante da bitola tenha se deteriorado por causa do aquecimento do atrito dos elétrons.

35 – Aluno 2: A parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada.

38 – Aluno 2: Tem mais alguma hipótese?

39 – Aluno 1: A instalação da lâmpada.

40 – Aluno 3: Tenha sido feita por ligação direta.

41 – Aluno 1: É, ele não optou por um interruptor paralelo.

42 – Aluno 3: Tipo, como tem com o ventiladores do primeiro bloco.

43 – Aluno 5: Quando um liga todos ligam. É ligação direta.

44 – Aluno 2: Mais hipóteses ...

45 – Aluno 1: Aí no caso foi preguiça do electricista em fazer outra ligação.

46 – Aluno 5: Ou o fato de João não ter escolhido um electricista melhor, né?

Ainda que quando observado na perspectiva da nossa definição de situação o processo de intersubjetividade tenha se limitado a um compartilhamento de um entendimento superficial das definições de situação alcançadas pelo grupo, foi possível identificar finalidades nas intersubjetividades, que a nosso ver, desempenharam um papel importante na elaboração conceitual. Nas falas apresentadas no Quadro 6 notamos que as intersubjetividades possuem finalidades de questionamento, de reforço, confirmativa e opositiva, respectivamente:

Quadro 1 - Finalidades das intersubjetividades

Transcrição das falas	Finalidade da intersubjetividade
09 – Aluno 3: Então o erro de uma luz acender e a outra luz acender está na instalação da tomada?	Questionamento
11 – Aluno 5: Sobre a questão que ela tinha falado, do fio, da bitola... Aqui tem falando, que quando um fio... Que um fio fino possui uma resistência maior que um fio mais grosso.	Reforço
13 – Aluno 1: (...) O caso que ele apresentou aqui foi o do chuveiro elétrico, não foi?	Confirmativa
48 – Aluno 1: Não. Por que, na verdade, o disjuntor... Ele só avisa, ele é só um sistema de segurança.	Opositiva

Fonte: elaborado pelo autor.

Nas transcrições abaixo apresentamos as contribuições do Aluno 1 que, assim como na abertura, assumiu no fechamento do problema o caráter de parceiro mais capaz e tentou,

ainda que às vezes de forma equivocada e até mesmo impositiva, definir e explicar vários conceitos.

02 – Aluno 1: Bitola é isso, olhe... É a grossura do cabo... Parece que quanto mais grosso, mais elétrons vai passar e a corrente vai ser mais forte, entendeu? Aí tem um número certo. (...)

13 – Aluno 1: O disjuntor... Ele dispara, é tipo um alarme que tem para identificar quando há sobrecarga. Aí quando há muita sobrecarga esse disjuntor, ele dispara como sinal de segurança que algo está errado... Cada disjuntor tem uma potência, por exemplo, um disjuntor de 1000 watts, aí todos os aparelhos da casa ligados aquele disjuntor tem que dar aquele valor, se der maior ele vai disparar, vai haver sobrecarga.

27 – Aluno 1: (...) na bitola circula uma quantidade de elétrons e isso faz com que dentro eles se aquecem devido ao atrito dos elétrons em seu interior, no entanto, ele tem um limite para se aquecer, se esse limite ultrapassar, essa bitola, esse material será deteriorado.

28 – Aluno 1: O fio não tem a parte isolante? O colorido dele, aquela parte que reveste e dentro é que tem o fio em si. Aí no caso, o aquecimento faz com que derreta e apareça a parte do cobre. Se ele entrar em contato com algum outro fio vai haver interrupção ou conexão com alguma outra lâmpada. Entendeu? Porque ele ficou descoberto e tocou com outro fio.

A análise dos dados das fichas de avaliação (Apêndice D), no que se refere ao resultado da autoavaliação e da avaliação dos alunos entre si, confirmam a postura de parceiro mais capaz assumida pelo Aluno 1. Considerando como características essenciais ao assumir essa função aquelas verificadas em três dos critérios avaliados na ficha – *(1) Fez perguntas relevantes, respondeu as perguntas dos outros e ofereceu sugestões positivas?*, *(2) Realizou o estudo individual e dispôs-se a encontrar e trazer informações de qualidade para a discussão em grupo?* e *(3) Contribuiu para a organização da equipe e para a construção de consenso?* – verificou-se na soma das avaliações nesses critérios (Apêndice E) que o Aluno 1 recebeu excelente em 12 avaliações.

Em relação ao problema (Apêndice E), os dados da ficha de avaliação revelaram que os estudantes avaliaram positivamente o problema no que diz respeito à sua identificação, à proposição de hipóteses, aos objetivos de aprendizagem e à proposição de uma solução. No que se refere ao estímulo produzido pelo problema para discussão em grupo os alunos foram unânimes em avaliar como excelente. Esse resultado está alinhado à intensa negociação de ideias (intersubjetividade) ocorrida na sessão de abertura da situação-problema na tentativa do grupo chegar a uma situação de definição comum. Em contrapartida, no que tange ao tempo

disponível de discussão um dos alunos considerou regular. Conforme dissemos antes, isso certamente dificultou o alcance de uma definição de situação intersubjetiva entre os próprios participantes na sessão de abertura do problema.

No Quadro 7 estão as hipóteses, os objetivos de aprendizagem e a solução apresentados pelo grupo. Essas informações foram recolhidas da folha de conhecimentos (Anexo A) entregue pelo grupo após o fechamento do problema 2 e representam as definições de situação do grupo estabelecidas a partir do processo de intersubjetividade entre os seus componentes e alcançadas pela mediação semiótica, sobretudo, pelo uso da linguagem.

Quadro 2 - Conhecimentos dos alunos do Grupo 1 no desenvolvimento do Problema 2

Hipóteses	Objetivos de aprendizagem	Solução
Os tamanhos das bitolas não foram escolhidos de forma adequada.	Pesquisar um modelo de instalação correta e incorreta para poder compará-los.	Desligar a rede elétrica da casa e trocar a fiação.
A parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada	Pesquisar o que seria bitola e sua função	Cortar a parte exposta e fazer a junção dos fios
Ligação direta	O que é uma ligação direta? O que seria um interruptor paralelo?	Instalação de um interruptor paralelo ou fazer uma ligação para cada um
O disjuntor sobrecarregou por isso disparou	Por que o disjuntor disparava?	Instalação de mais um disjuntor pra casa ficar com dois
Falta do fio terra	Como ocorre uma sobrecarga	Instalação do fio terra

Fonte: elaborado pelo autor

O conteúdo do quadro acima nos permite acompanhar o caminho dos conceitos cotidianos e científicos. Na tentativa de explicar o que está acontecendo, o grupo se aproxima dos conceitos científicos relacionados à situação-problema. Isso pode ser observado quando, por exemplo, o grupo fala em “*ligação direta*”. No contexto da discussão de abertura do problema, esse conceito guarda estreita relação com a associação em série de resistores. O termo “direta” passa a ideia de que uma lâmpada está diretamente ligada à outra sendo percorridas pela mesma corrente elétrica, como na representação cotidiana de um pisca-pisca. Entretanto, no fechamento do problema, a asserção feita pelo Aluno 5 ao dizer que “quando um liga todos ligam”, referindo-se aos ventiladores de um ambiente da escola é sinal que o que os alunos chamam de ligação direta ainda não possui o **grau de generalidade** (Vygotsky, 1993) necessário à conceituação da ligação em série de resistores, visto ainda que a ligação dos ventiladores pudesse ser em série, não é apenas o fato de todos (lâmpadas ou ventiladores) ligarem quando um liga que caracteriza a ligação em série, mas também a ideia

de serem percorridos pela mesma corrente em um único fio condutor. Não obstante o entendimento do grupo relativo à associação em série de resistores, na solução apresentada, o grupo recomenda fazer “*uma ligação para cada lâmpada*”, o que parece significar estabelecer circuitos em paralelo.

Além da conceituação, são importantes as relações feitas pelo grupo: o grupo observa que “*os tamanhos das bitolas*” do fio podem influenciar na instalação já que “*não foram escolhidos de forma adequada*”; observam ainda que “*o disjuntor sobrecarregou, por isso disparou*”. A partir dessas relações o grupo elabora os objetivos “*Pesquisar o que seria ‘bitola’ e sua função*”, “*Por que o disjuntor disparava*” e “*Como ocorre uma sobrecarga*”.

Verificamos que para o grupo a bitola do fio, área de sua seção transversal, coincide com o próprio fio, não havendo distinção entre um e outro. Isso pode ser constatado quando falam em “*A parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada*”, ou ainda, “*os tamanhos das bitolas não foram escolhidos de forma adequada*”. Nesse sentido, entendemos que os alunos ao considerarem a bitola do fio como algo concreto lhe atribui um **significado funcional** (Vygotsky, 1993), em que não se explica a palavra, mas o que o objeto designado por ela pode fazer. O significado funcional é característica típica dos **conceitos potenciais**, uma das linhas da formação e desenvolvimento dos conceitos.

É interessante que o grupo relaciona a não adequação da bitola com seu “deterioramento” (o que levaria a um possível curto-circuito) e que, por isso, como solução, deve “*cortar a parte exposta e fazer a junção dos fios*”. Faz ainda referência ao fio terra, possivelmente pelo fato de se tratar do chuveiro elétrico e ter em mente a precaução, tão propagada cotidianamente, para não tomar um choque.

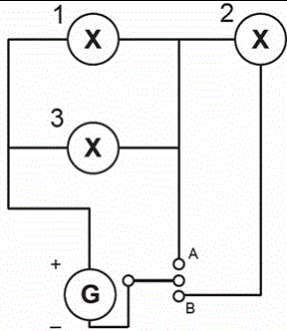
Os resultados acima corroboram com o que Monteiro (2006) verificou em sua investigação. Nela, a autora enfatiza ser difícil a identificação das definições de situação dos alunos ao aplicar questionários para eles responderem em grupo e individualmente, mas ao partirem das perguntas do questionário como mediadores semióticos, os alunos, na discussão em grupo ou de forma individual, podem estabelecer as definições almejadas. Em nosso trabalho, o próprio problema se constituiu como mediador semiótico, na medida em que se propunha a promover o entendimento dos alunos ao nível dos conceitos espontâneos e elevá-los ao nível dos conceitos científicos e vice-versa.

Assim como Monteiro (2006) e tendo em vista que é difícil para o adolescente aplicar o conceito que formou em uma situação específica a uma situação cujos atributos do conceito aparecem em outra configuração da original (VYGOTSKY, 1993), verificamos a interação que cada aluno dos grupos analisados estabeleceu com o problema não somente no

contexto da discussão em grupo, mas também de forma individual na realização de uma prova. No Quadro 8 dispomos as respostas dos alunos do Grupo 1 às questões 2 e 4 da prova (Figura 3). Essas questões se relacionam com o que eles discutiram em grupo.

Figura 3 - Questões 2 e 4 da prova

Questão 2 – (Adaptada do ENEM 2014) – O sistema de iluminação ao lado foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B. Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição A ou B? Por quê?



Questão 4 – Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados. (ENEM 2011)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Especificação			
Modelo		A	B
Tensão (V ~)		127	220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○ 0	0
		● 2 440	2 540
		●● 4 400	4 400
		●●● 5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampère)		50	30
Seção dos condutores (mm²)		10	4

Fonte: ENEM 2011

(Adaptado de Vunesp) Um jovem casal instalou em sua casa o modelo B. No entanto, os jovens verificaram que toda vez que ligavam o chuveiro na potência máxima, desarmava-se o disjuntor. Pretendiam até recolocar no lugar o velho chuveiro de 3300 watts/220 volts, que nunca falhou. O que explica a ocorrência dessa situação?

Para evitar esse inconveniente é necessário:

- Substituir o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 20 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 25 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 25 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 30 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 25 ampères por um novo, de 20 ampères.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 3 - Respostas dos alunos do Grupo 1 às questões 2 e 4 da prova

Aluno	Resposta à questão 2	Resposta à questão 4
1	Na posição A, pois esta pode fazer que a corrente elétrica passe direto para a lâmpada 1 sem a necessidade de um contato com as lâmpadas 2 e 3. Assim, a carga de elétrons conduzidas e transferidas para a lâmpada (chamado de efeito luminoso na física) seria maior, sua intensidade também, gerando mais brilho.	O chuveiro consome muita energia, a potência que ele precisa para transformar energia elétrica em térmica (efeito Joule) é enorme. Provavelmente, o chuveiro antigo tenha uma potência menor, portanto, o disjuntor suportava essa carga sem desarmar. c.

Aluno	Resposta à questão 2	Resposta à questão 4
2	A, por estar perto do gerador, e por receber mais rápido uma carga elétrica.	O chuveiro elétrico causou uma sobrecarga no disjuntor, ou seja, consumiu uma quantidade de energia além do limite. c.
3	A lâmpada vai ter melhor funcionamento se o gerador estiver conectado na chave A pois ele terá força maior.	O disjuntor serve como um alarme para quando o consumo de energia está sendo exagerado, neste caso, quando ligavam o chuveiro na potência máxima gerava sobrecarga de energia no disjuntor fazendo assim com que disparasse. d.
4	No A vimos que irá haver uma tensão a mais quando a chave estiver na posição A.	Não respondeu; d.
5	A porque está mais próxima do gerador.	Não respondeu.
6	A; não justificou.	Não respondeu. d.

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas dos alunos sinalizam que seus conceitos se localizam mais no campo do conhecimento cotidiano do que científico, principalmente as respostas à questão 2 em que a ideia de corrente como fluído, ou seja, algo concreto, palpável, direciona as respostas em termo da proximidade que o gerador tem da lâmpada. Exceto o Aluno 4 ter se referido a “uma tensão a mais”, o fato dos alunos não fazerem nenhuma menção aos conceitos da associação de resistores em série e paralelo demonstra que os mesmos ainda não foram internalizados. A falta de internalização também se verifica na ausência de respostas à questão 4 de metade dos alunos que fizeram parte do Grupo 1. Entretanto, a outra metade que respondeu demonstra, mesmo que incipiente, a internalização de conceitos científicos relacionados à situação. Foi o caso do Aluno 1 ao mencionar o efeito Joule e a relação que existe da potência do chuveiro elétrico com a sobrecarga e o desarme do disjuntor. Tal relação foi apontada também por outros dois alunos e foi discutida anteriormente no grupo.

Consideremos agora a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002) de modo a expandir a análise das interações realizadas acima.

4.2.2 Padrões de interação e abordagem comunicativa

Na abertura do Problema 2, identificamos e analisamos seis sequências discursivas estabelecidas no Grupo 1 e por nós delimitadas considerando a introdução, pelos alunos, de

um conceito que os conduziu no entendimento e esclarecimento da situação-problema. A seguir, apresentaremos as sequências discursivas, identificando os padrões de interação e a abordagem comunicativa estabelecidos em cada uma delas:

Quadro 4 - "Ligação direta entre as lâmpadas"

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
01 – Aluno 1	Então o problema seria basicamente no circuito elétrico. A gente precisa pesquisar a função da tomada, o local onde ela ficaria, o interruptor, soquete, as lâmpadas.	Iniciação de escolha – Ies
02 – Aluno 2	A função...	Feedback do aluno – Fa
03 – Aluno 1	É... Tudo, tudo que tem aqui. A função, se ela foi colocada de maneira correta. Alguma ligação no circuito tinha.	Resposta – R
04 – Aluno 3	Ligação direta entre as lâmpadas.	Prosseguimento – P
05 – Aluno 4	É isso mesmo.	Avaliação do aluno – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

A primeira sequência discursiva no Grupo 1 tem o padrão **Ies-Fa-R-P-Aa**. O Aluno 1 inicia a discussão no grupo com uma *iniciação de escolha*, apontando a necessidade de se pesquisar a função de alguns elementos do circuito. O Aluno 2 sustenta a sugestão do Aluno 1, fornecendo, assim, um *feedback*, que provoca o Aluno 1 a esclarecer melhor em que consistia a pesquisa da função dos elementos do circuito. Em *resposta* à elicitación do Aluno 2, o Aluno 1 relaciona a função dos elementos do circuito ao lugar em que eles devem estar, de modo que permitisse “alguma ligação no circuito”; sua resposta permitiu ao Aluno 3 dar *prosseguimento* ao raciocínio, introduzindo o conceito de ligação direta entre as lâmpadas. Nesse ponto da interação nota-se o aparecimento do conceito de ligação direta entre as lâmpadas. Na verdade, podemos dizer que houve a elaboração de um **pseudoconceito** (Vygotsky, 1993), já que seu emprego pode significar o mesmo que ligação em série no circuito elétrico, entretanto, o aluno e o grupo ainda não conhecem a definição científica do circuito em série, e, portanto, não tem consciência desse conceito. O Aluno 4 finaliza essa primeira sequência discursiva *avaliando* o que disse o Aluno 3, concordando com ele. A

presença da fala de quatro alunos do grupo demonstra a interatividade da discussão e o feedback do Aluno 2 é representativo de uma sequência discursiva dialógica, portanto, temos uma abordagem interativa dialógica.

Quadro 5 - "O problema está no cara"

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
06 – Aluno 5	O eletrodoméstico disparava na cozinha ao mesmo tempo uma pessoa tava tomando banho e o chuveiro elétrico desligou, parava.	Iniciação de processo – Ipc
07 – Aluno 1	Então isso quer dizer que a rede tava fraca. O problema mesmo é na instalação, a forma que ela foi instalada foi errada, até porque ele acabou de falar que não é um eletricitista profissional. Aí você vai fazer um curto-circuito com o cara que não é profissional?	Resposta – R e Iniciação de escolha – Ies
08 – Aluno 5	Então o problema está no cara.	Resposta – R
09 – Aluno 1	Ou chamar profissionais.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

Nessa sequência de diálogos identificamos o padrão **Ipc-R-Ies-R-Aa**, em que o Aluno 5 *inicia um processo* quando traz à discussão o fato do chuveiro elétrico, outro fenômeno da situação-problema estudada, parar de funcionar. O Aluno 1 evidencia em sua *resposta* um conhecimento cotidiano ao dizer que a “rede [elétrica] estava fraca”, identificando o problema na instalação elétrica feita incorretamente por alguém que não era profissional para o serviço; em tempo, introduziu uma *iniciação de escolha*, ainda que utilizando de forma equivocada um conceito bastante difundido pelo senso comum, o curto-circuito, em que enfatiza a necessidade da presença do profissional eletricitista. O Aluno 5 *responde* à elicitación feita pelo Aluno 1 restringindo o problema à pessoa que realizou o serviço de instalação elétrica. O Aluno 1 *avalia* a resposta do Aluno 5 voltando-se para o aspecto principal da sua pergunta: a ênfase da realização do trabalho elétrico por eletricitistas profissionais. Novamente a alternância das falas dos Alunos 1 e 5 mostra a interatividade da discussão bem como a abordagem dialógica nas respostas e avaliações realizadas.

Quadro 6 - "Sobrecarregou, sobrecarregou"

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
10 – Aluno 4	Explica aí esse negócio vá, esse problema.	Iniciação de processo – Ipc
11 – Aluno 3	Poderia ser o fato de ele ter feito uma rede com muitas tomadas e muitos aparelhos e uma rede baixa.	Resposta – R
12 – Aluno 1	Sobrecarregou, sobrecarregou.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

A tríade discursiva acima parte da *iniciação de processo* feita pelo Aluno 4 na tentativa de estabelecer explicações para o problema estudado. Em *resposta*, o Aluno 3 menciona a possibilidade da existência do problema, por um lado, devido ao excesso na quantidade de tomadas e aparelhos ligados a essas tomadas e, por outro, o fato de existir uma “rede baixa” que não suportava todos aqueles aparelhos. O Aluno 1 fecha a tríade interativa fornecendo a *avaliação* de que a rede “Sobrecarregou, sobrecarregou”. Percebemos, nessa sequência, a ocorrência do padrão I-R-A (**Ipc-R-Aa**), ainda que a iniciação e a avaliação sejam feitas por alunos diferentes. É interessante a inserção pelos alunos dos conceitos “rede baixa” e “sobrecarregou”, que para eles parecem possuir os significados de uma rede cuja intensidade da corrente é baixa (rede baixa) e por isso não suporta alimentar o excesso ou sobrecarga de aparelhos elétricos ligados à rede (sobrecarregou). Se este for o entendimento dos alunos, vai ao encontro do que ocorre realmente em que a intensidade da corrente se eleva, ou seja, há uma sobrecarga da corrente e por isso o equipamento ou a fiação não suporta.

Quadro 7 - "Bitolas diferentes"

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
18 – Aluno 1	Aí José pediu a João que comprasse cabinhos com diferentes milímetros de bitolas, tomadas, interruptores, soquetes e lâmpadas. Aí no caso a gente teria que pesquisar a função.	Iniciação de escolha – Ies
19 – Aluno 3	Acho que poderia ser isso, bitolas diferentes.	Resposta – R

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
20 – Aluno 1	(...) Bote assim, pesquisar sobre tomadas e interruptores, soquetes e lâmpadas.	Prosseguimento – P
21 – Aluno 3	Bitolas.	Resposta – R
22 – Aluno 1	É, bitolas... e a função deles no circuito elétrico.	Prosseguimento – P e Iniciação de produto – Ipd
23 – Aluno 2	Os cabos coloridos? É Aluno 3?	Iniciação de processo – Ipc
24 – Aluno 3	Eu acho que poderia ser bitola. Eu falo isso porque minha mãe comprou uma casa recente e quando ela foi fazer a instalação cada fio ele tem uma cor e um tamanho diferente: o fio branco ele é mais grosso que o fio vermelho que é mais grosso que o fio azul e eu acho que isso deve ser bitola.	Resposta – R
25 – Aluno 1	No caso, cada cor tem sua função.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

O padrão de interação identificado nessa sequência discursiva foi **Ies-R-P-R-P-Ipd-Ipc-R-Aa**. O Aluno 1 toma o *turno de fala* ressaltando algumas informações do problema e reintroduz a *iniciação de escolha* que fez no início do debate quando propôs que o grupo pesquisasse a função de alguns elementos do circuito elétrico. A *resposta* do aluno 3, a princípio, parece não concordar com o Aluno 1, já que escolhe direcionar a pesquisa para um dos elementos mencionados na situação-problema: “bitolas diferentes”. O Aluno 1 *prosseguiu* a discussão de forma imperativa, com o uso do verbo “bote”, mencionando o que acreditava ser preciso pesquisar. A interação, nesse momento, adquire um caráter de autoridade. O Aluno 3 *responde* ressaltando, novamente, que deveria pesquisar a bitola do fio. O Aluno 1 dá *prosseguimento* acolhendo o que o Aluno 3 trouxe, repetindo o termo bitola e, indiretamente, introduzindo a *iniciação de produto* “qual a função deles no circuito?” O Aluno 2 participa da interação fazendo uma *iniciação de processo* ao Aluno 3 que o permitiu explicar melhor a razão da escolha da ideia que apresentou. Na resposta do Aluno 3 fica claro porque ele acredita que a bitola do fio passa pela solução do problema, visto que vivenciou a experiência de comprar com sua mãe fios para a reforma da casa onde moram. O Aluno 1, finalizando a sequência, realiza uma *avaliação* do que o Aluno 3 tinha dito, relacionando a cor dos fios à função, ou finalidade, a que se destinam. Apesar de ocorrer na sequência discursiva um

momento que denotou autoridade por parte do Aluno 1, entendemos que seu desenrolar conseguiu ser *interativo e dialógico*.

Quadro 8 - "Ligação direta"; "Por que o disjuntor dispara?"

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
27 – Aluno 1	Seria bom fazer um desenho de um circuito elétrico ideal e de como provavelmente esse circuito elétrico estava pra comparar, entendeu? Aí quando a gente desenhar a gente vai ver... Porque são hipóteses... Essa coisa poderia estar aqui.	Iniciação de escolha – Ies
28 – Aluno 2	A gente faz uma espécie de modelo como deveria ser o circuito.	Resposta – R
29 – Aluno 1	Aí faz o modelo de como deveria ser o circuito e como no caso está apresentando, entendeu? A gente tem que pesquisar na internet justamente este problema quando duas lâmpadas acendem e apagam no mesmo lugar, aí na hora que a gente for fazer o desenho aí vai fazer essa representação ligação direta.	Prosseguimento – P
30 – Aluno 2	Mas a gente não sabe se é ligação direta ao certo.	Resposta – R
31 – Aluno 1	Então... A gente vai pesquisar pra saber como é o desenho.	Prosseguimento – P
32 – Aluno 2	Então, no caso uma possível hipótese, a primeira possível hipótese é que há uma ligação direta na casa.	Avaliação – Aa
33 – Aluno 5	Tá falando que quando um eletrodoméstico na cozinha está ligado e quando uma pessoa vai utilizar o chuveiro elétrico o disjuntor disparava, então o problema é no conjunto.	Resposta – R
34 – Aluno 1	A corrente elétrica pode estar muito fraca pra todos os aparelhos da casa. O disjuntor disparava... Vamos procurar o que é isso... Sua função, como é, por que o disjuntor dispara? Pronto se a gente descobrir os motivos que fazem ele disparar a gente descobre o problema.	Prosseguimento – P, Iniciação de processo – Ipc e Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

Os turnos de fala da sequência se alternam segundo o padrão **Ies-R-P-R-P-Aa-R-P-Ipc-Aa**. Começa com uma *iniciação de escolha* feita pelo Aluno 1 quando sugere a construção de um desenho de um circuito elétrico ideal e do próprio circuito estudado, a fim

de compará-los. O Aluno 2 apresenta uma *resposta* concordante com o Aluno 1 enfatizando a ideia da criação de um modelo de como deveria ser o circuito. O Aluno 1 dá *prosseguimento* ao discurso reforçando a elaboração dos modelos de circuitos ideal e apresentado na situação-problema, estabelecendo a relação do “problema quando as duas lâmpadas acendem e apagam no mesmo lugar” à “representação ligação direta”. O Aluno 2 *responde* ao Aluno 1 colocando dúvida em relação a existência de uma “ligação direta”. O Aluno 1 *prossegue* enfatizando a pesquisa como o meio para contornar a dúvida. O processo interativo discursivo tem continuidade com o Aluno 2 *avaliando* seu diálogo com o Aluno 1, fazendo dessa avaliação uma possível hipótese: “uma possível hipótese, a primeira possível hipótese é que há uma ligação direta na casa”. Essa avaliação, porém, não coincide com o que acredita o Aluno 5, que apresenta uma *resposta* chamando a atenção que o problema não se limitava apenas à ligação direta, mas envolvia outros aspectos, ou seja, o problema se inter-relacionava “no conjunto”. O Aluno 1 faz-se novamente presente no diálogo, intervindo de três maneiras consecutivas: no início da sua abordagem verificamos que o Aluno 1 dá *prosseguimento* ao que disse o Aluno 5, propondo que “A corrente elétrica pode estar muito fraca pra todos os aparelhos da casa”, em seguida, ele faz uma *iniciação de processo* quando quer saber “por que o disjuntor dispara? ” e, continuando, *avalia* o contexto da situação discutida propondo a elucidação do problema a partir da descoberta dos motivos que fazem o disjuntor disparar. Verifica-se uma abordagem interativa dialógica.

Quadro 9 - "Corrente elétrica também?"

Alunos	Transcrição das falas	Padrões de interação
35 – Aluno 2	Pesquisar corrente elétrica também, né?	Iniciação de escolha – Ies
36 – Aluno 3	Eu acho que deve pesquisar as semelhanças entre esses problemas tanto da ligação direta das lâmpadas quanto do motivo para ele disparar.	Resposta – R
37 – Aluno 1	É porque se ele dispara deve ser por causa dessa ligação direta. (...)	Avaliação – Aa

Nessa última sequência, identificamos novamente o padrão de interação do tipo I-R-A (**Ies-R-Aa**), embora a iniciação e a avaliação sejam feitas por alunos diferentes: O Aluno 2 realiza uma *iniciação de escolha* em que verifica com os demais membros do grupo se a

corrente elétrica deve fazer parte da pesquisa; o Aluno 3 *responde* apresentando o que acredita que deve ser pesquisado, fazendo, inclusive, uma relação da situação das lâmpadas acederem todas a partir do mesmo interruptor com o disparo do disjuntor e, finalmente, o Aluno 1 *avalia* o que foi colocado pelo Aluno 3, concordando com a existência dessa relação. Aqui, como vimos nas demais sequências observa-se o predomínio da abordagem interativa dialógica.

A sessão de fechamento do problema 2 foi marcada, quase que exclusivamente, pela fala do Aluno 1, prevalecendo desse modo uma abordagem *não-interativa de autoridade*. Podemos notar o estabelecimento de uma sequência *interativa dialógica*, apenas do turno de fala 32 ao 43, quando o Aluno 3 realiza uma *iniciação de escolha* na tentativa de definir e esclarecer melhor se o problema da situação estudada era o “aquecimento da bitola”:

32 – Aluno 3: Chegar aqui e dizer que o problema é o aquecimento da bitola?

A interação tem continuidade com as *respostas* dos Alunos 6, 1 e 2, nessa ordem, em que enfatizam a possibilidade da deterioração da “parte isolante da bitola”, causada, conforme o Aluno 1, pelo o atrito dos elétrons no fio:

33 – Aluno 6: Pode ser que a bitola tenha se deteriorado.

34 – Aluno 1: Pode ser que a parte isolante da bitola tenha se deteriorado por causa do aquecimento do atrito dos elétrons.

35 – Aluno 2: A parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada.

Na sequência, o Aluno 1 procede a uma *iniciação de produto*, quando pergunta a solução para o caso da bitola ter sido danificada, e em seguida, fornece a *resposta*:

36 – Aluno 1: (...) Aí a solução seria o quê? Cortar a parte do cobre...

Nota-se na fala do Aluno 1 semelhanças com a *fala egocêntrica* verificada por Vygotsky (1991): ainda que o Aluno 1 possa ser ouvido pelos demais membros do grupo, sua iniciação serve de base para organizar a própria resposta que dá em seguida.

Nos turnos de falas seguintes, o Aluno 2 introduz uma *iniciação de escolha* relativa à possibilidade de mais hipóteses. Em *resposta*, o Aluno 1 ressalta o problema da instalação da lâmpada, cuja causa é explicitada pelo Aluno 3 como sendo à ligação direta que teria sido

feita entre elas. O Aluno 1 *prossegue* e entende que o problema não ocorreria se fosse utilizado um interruptor paralelo na instalação. O conceito de interruptor paralelo trazido pelo Aluno 1 demonstra sua autonomia no estudo dos conceitos relativos aos circuitos elétricos, embora sua inserção na discussão indicou uma interpretação equivocada de sua parte: em vez de se ter um circuito em paralelo das lâmpadas, se ter a possibilidade de acender e apagar a mesma lâmpada em lugares diferentes. Retomando e complementando seu pensamento anterior, a *resposta* do Aluno 3 associa a ligação direta ao que ele observa quando se ligam os ventiladores de um ambiente do colégio. Finalizando, o Aluno 5 apresenta uma *avaliação* do que foi dito anteriormente esclarecendo que na ligação direta, quando o interruptor é acionado todos os aparelhos ou lâmpadas ligam ao mesmo tempo.

38 – Aluno 2: Tem mais alguma hipótese?

39 – Aluno 1: A instalação da lâmpada.

40 – Aluno 3: Tenha sido feita por ligação direta.

41 – Aluno 1: É, ele não optou por um interruptor paralelo.

42 – Aluno 3: Tipo, como tem com os ventiladores do primeiro bloco.

43 – Aluno 5: Quando um liga todos ligam. É ligação direta.

4.3 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA TERCEIRA SITUAÇÃO-PROBLEMA

4.3.1 Definição de situação, intersubjetividade e mediação semiótica

Como definimos antes, o problema representado na situação-problema e os objetivos de aprendizagem que elaboramos para essa atividade se constituíram como nossa definição de situação. Assim, o problema que apresentamos associado à situação-problema e almejávamos que os alunos identificassem era o gasto alto com energia elétrica enfrentado pela dona de casa Maria com o uso dos aparelhos elétricos e, com isso, objetivávamos que o grupo explorasse o conceito de potência elétrica e a sua relação na determinação do consumo de energia dos aparelhos elétricos, além do impacto que os hábitos de utilização da energia elétrica e os impostos pagos produzem no valor final da conta de energia.

Para identificarmos as definições de situação, a intersubjetividade e a mediação semiótica estabelecidas nas interações entre os alunos durante a atividade com o Problema 3, escolhemos de forma aleatória e gravamos as conversas do Grupo 5, formado por oito estudantes, denominados por Aluno 1, Aluno 2, ... , Aluno 8. A terceira situação-problema foi distribuída no sexto encontro. O pouco tempo restante até o final da aula – *R606: Restou*

cerca de 8 min para iniciar a abertura do problema. A professora lembrou que de posse do problema os alunos já podiam ir pensando e estudando algo sobre o assunto para a discussão no dia seguinte. A aula terminou. – fez os alunos estarem de posse da situação-problema, sem que começassem a discussão, a qual só aconteceu no dia seguinte, no sétimo encontro. Isso fez com que os alunos, diferentemente do que aconteceu na aplicação do problema 2, trouxessem para a discussão de abertura do problema 3 não apenas seus conhecimentos cotidianos sobre os assuntos compreendidos na situação, mas os conhecimentos científicos dos livros e sites já pesquisados por eles. As gravações das conversas no Grupo 5 foram realizadas, portanto, no sétimo encontro e, também, durante o fechamento, no nono encontro. A duração da gravação de cada encontro foi 28min57s e 23min40s, respectivamente.

Na abertura da terceira situação observamos que o fato de alguns alunos já terem realizado um estudo prévio sobre a situação permitiu, de início, uma definição de situação comum do problema estudado – o consumo alto de energia – e nesse aspecto, uma intersubjetividade completa por parte dos alunos. As falas dos Alunos 1 e 2 durante os primeiros momentos de discussão do problema, seguida pela fala do Aluno 3 e da voz uníssona dos demais alunos no final da sequência a seguir, demonstram essa concordância:

01 – Aluno 1: No caso, esse item aí, modo de espera, né? Aí no caso seria quando a pessoa terminasse de usar um aparelho eletrônico fosse lá e tirasse da tomada.

02 – Aluno 2: Isso. Tem que tirar.

03 – Aluno 1: Para economizar mais energia.

04 – Aluno 2: Isso.

05 – Aluno 1: E você colocou também que por a maioria dos aparelhos dela serem antigos eles consomem mais energia?

06 – Aluno 2: Isso.

07 – Aluno 1: E pode colocar também que os hábitos do pai e dos filhos...

08 – Aluno 2: Eu coloquei que o marido e os filhos gastam muita energia.

09 – Aluno 1: Agora os objetivos de aprendizagem que a gente procurou saber.

10 – Aluno 1: Se realmente os aparelhos antigos gastam muita energia.

11 – Aluno 2: Eu pesquisei e gasta mesmo.

12 – Aluno 3: Gasta.

13 – Aluno 3: Aí vai precisar trocar todos os aparelhos.

14 – Aluno 1: Por novos.

15 – Aluno 2: E também a questão de conscientização porque se trocar eles vão continuar gastando do mesmo jeito.

16 – Alunos: É.

A intersubjetividade enquanto compartilhamento da mesma definição de situação dá lugar a intersubjetividade enquanto negociação de ideias, quando o Aluno 3, em face da hipótese trazida pelo Aluno 4 em relação a problemas na fiação, delimita o que acredita ser a única causa do problema da situação – o uso de aparelhos elétricos e o quanto contribuem no valor da conta de energia:

25 – Aluno 3: Eu acho que só vai ter solução no uso dos aparelhos e da contribuição.

26 – Aluno 1: Sim, mas se o problema for com a fiação? Porque vem falando, você fez uma pesquisa e vem falando né?

27 – Aluno 4: É.

28 – Aluno 1: E vem falando que pode ter um problema e seria trocar a fiação.

29 – Aluno 3: Isso vai ser hipótese?

30 – Aluno 1: A hipótese é problema na fiação.

31 – Aluno 1: E a solução é trocar a fiação.

A pesquisa realizada pelo Aluno 4 serviu como mediador semiótico no estabelecimento da hipótese do problema com a fiação:

46 – Aluno 1: Aí, no caso aqui são dicas de economia?

47 – Aluno 4: Isso.

48 – Aluno 1: Aqui tem assim... Fuga de corrente... Emendas de fios mal feitas, fios desencapados e isolamentos desgastados causam fuga de corrente e choques... Aparelhos em standby by devem ser retirados da tomada. Mas, tipo... Se esses fios foram colocados mal feitos eles gastam muita energia?

49 – Alunos: Gastam.

50 – Aluno 5: Tem gente que pega para completar o cabo... A tomada de um e o fio de outro, aí gasta muita energia.

51 – Aluno 1: Então coloca instalação de fio mal feita.

52 – Aluno 1: É só esse problema com a fiação né? E a outra hipótese...

53 – Aluno 2: Aí coloca fiação mal feita?

54 – Aluno 1: Instalação da fiação mal feita.

Esse processo interativo de negociação de ideias proporcionou, por um lado, o Aluno 1 reavaliar e colocar em dúvida a hipótese do problema com a fiação, por outro, o Aluno 3 considerar o problema com a fiação, visto ter compreendido se tratar de uma hipótese:

56 – Aluno 1: Como o uso dos aparelhos elétricos influenciam na conta?

57 – Aluno 1: É essa questão... O modo de espera... Não foi isso que você falou? De você usar e deixar lá na tomada. Porque eles acham que quando não está funcionando, estando na tomada não gasta energia.

58 – Aluno 2: Mas gasta.

59 – Aluno 1: Então no caso vai ter que tirar.

60 – Aluno 3: Não, vai ter que deixar.

61 – Aluno 1: Por que o problema não é com a fiação.

62 – Aluno 3: Então, é por isso que deve ficar.

63 – Aluno 1: A fiação não tem nada a ver.

64 – Aluno 2: Com a hipótese?

65 – Aluno 1: É... Porque ele está só querendo saber dos aparelhos elétricos.

A última fala do Aluno 1 na sequência acima justifica porque ele não admite mais como hipótese o problema com a fiação – “*porque ele [o problema 3] está só querendo saber dos aparelhos elétricos*” – e utiliza o livro como mediador semiótico para sustentar sua definição de situação de hipótese:

74 – Aluno 1: Olhe, aqui no livro tem falando olhe... Quem trouxe o livro?

75 – Aluno 1: Ninguém?

76 – Aluno 5: Eu trouxe. Que página?

77 – Aluno 1: (Lendo trecho do livro) Quando se menciona o consumo de energia elétrica de um aparelho falamos da quantidade de energia elétrica que os aparelhos utilizam durante um período de tempo que permanecem ligados. O consumo energético dos aparelhos elétricos pode ser calculado com as expressões de potência.

O entendimento do Aluno 1 provocou no Aluno 4 o surgimento do que convencionamos chamar anteriormente de intersubjetividade de questionamento, seguida de intersubjetividade de confirmação realizada pelo Aluno 1:

88 – Aluno 4: No caso ele está querendo saber só dos aparelhos elétricos ou do aumento de energia dela?

89 – Aluno 4: Por que se colocar conta de energia envolve várias coisas, mas se for só dos aparelhos é, tipo, só a geladeira...

90 – Aluno 1: A quantidade de energia que um aparelho elétrico antigo utiliza é que vai fazer com que o preço aumente ou não, né isso?

91 – Aluno 4: É.

No processo intersubjetivo acima, entre os Alunos 1 e 4, é interessante a reflexão feita pelo Aluno 4 entre o consumo de energia elétrica dos aparelhos elétricos e o consumo

total da conta. O Aluno 4 nos faz entender que o consumo que consta na conta de energia não pode significar apenas o consumo dos aparelhos elétricos, já que, conforme apresentou no turno de fala 18, a *“fuga de corrente são as emendas de fios mal feitas e que consome muita energia”*, e portanto, é preciso considerar um eventual problema na fiação.

A ideia do consumo de energia dos aparelhos antigos governa o processo intersubjetivo dos componentes do grupo até o final da discussão. Isso faz surgir intersubjetividades confirmativas na interação do Aluno 1 com os Alunos 7 e 8, fazendo com que esses alunos participem da discussão. Aparece também na interação do Aluno 1 com o Aluno 4 a intersubjetividade de reforço, quando este aluno traz a ideia de rendimento dos aparelhos elétricos. Os turnos de falas 117 a 120, 127 e 128 a seguir, indicam a ocorrência desses processos intersubjetivos:

117 – Aluno 1: Aluno 8 você concorda que os aparelhos antigos consomem mais por serem antigos?

118 – Aluno 8: Concordo.

119 – Aluno 1: E você Aluno 7?

120 – Aluno 7: Concordo também.

127 – Aluno 1: Eu não sei não me expressar... Como é que eles puxam energia para funcionarem.

128 – Aluno 4: Eu pesquisei sobre o selo procel... Tem o selo na geladeira e vem para economizar... Eu não sei explicar muito bem. Tem o selo lá e vem uma letra. Se a letra for A ela consome menos energia, agora se ela for G, por exemplo, ela consome mais ainda.

A análise do processo interativo estabelecido no Grupo com a abertura do problema 3 apresenta algumas características importantes:

1 – Apesar de o grupo possuir oito componentes, as discussões aconteceram efetivamente no máximo entre quatro deles (Alunos 1, 2, 3 e 4). A falta de participação de metade dos componentes do grupo pode justificar a ocorrência de avaliações regulares (Apêndice E) no que diz respeito à facilidade na proposição de uma solução (01), ao grau de estímulo produzido pelo problema para a discussão em grupo (02), ao grau de motivação para o autoestudo (01) e à disponibilidade do tempo para discussão (01). Entretanto, a ausência na discussão de alguns membros do grupo não impediu o desenvolvimento do processo intersubjetivo, beneficiado em grande parte pelas contribuições do Aluno 1 que, dessa forma, agiu como o parceiro mais capaz da interação. Os dados das fichas de avaliação respondidas pelos alunos demonstram essa qualidade do Aluno 1 que recebeu excelente em 13 avaliações nos itens considerados por nós como representativo dessa capacidade. Para além dos dados

das avaliações entre pares, as perguntas-guia feitas pelo Aluno 1, apresentadas abaixo, confirmam as características de parceiro mais capaz nesse aluno.

05 – E você colocou também que por a maioria dos aparelhos dela serem antigos eles consomem mais energia?

17 – E você falou o que sobre a fiação?

26 – Sim, mas se o problema for com a fiação? (...)

34 – Sim, como é que a gente coloca?

46 – Aí, no caso aqui são dicas de economia?

48 – Mas, tipo... Se esses fios foram colocados mal feitos eles gastam muita energia?

90 – A quantidade de energia que um aparelho elétrico antigo utiliza é que vai fazer com que o preço aumente ou não, né isso?

Ao conduzir o processo interativo com perguntas-guia, por exemplo, não significa que o Aluno 1 seja o parceiro mais competente, no sentido de possuir competências sobre o conteúdo estudado, porém, a colaboração desse aluno permite que ocorra a conscientização e voluntariedade na proposição dos demais colegas, funções essenciais do pensamento conceitual. Nesse sentido concordamos com Chaiklin (2011) ao se referir à assistência do parceiro mais capaz não como a competência em si da pessoa mais conhecedora, mas o significado que essa assistência tem no aprendizado e desenvolvimento daquele que a recebe.

2 – É importante ressaltar que o Aluno 1 do grupo 5 é o Aluno 5 do grupo 1 analisado na atividade com o problema 2. Com base nisso, percebemos que ele internalizou (Vygotsky, 1991) algumas operações intersubjetivas realizadas durante a atividade com o grupo 1, trazendo-as à tona, como bagagem de conhecimento, em nova situação no grupo 5. No Quadro 15 dispomos as passagens em que o Aluno 1 utiliza-se de mediadores semióticos e sua ocorrência nas discussões com o grupo 1:

Quadro 10 - Internalização de operações intersubjetivas

Ações do Aluno 1 do Grupo 5	Operações verificadas no Grupo 1
123 – Aluno 1: Eu vou pesquisar e envio no grupo do whatsapp . Eu vou fazer um com todo mundo aqui. Só pra gente ir pesquisando e ir enviando idéia. A gente manda o que conseguiu pesquisar aí vocês dão uma olhada e quando chegar aqui na sala a gente discute.	20 – Aluno 1: Vamos separar. Cada um vai pesquisar alguma coisa e depois a gente... A gente pode fazer um grupo, no whatsapp , e aí a gente vai discutir o trabalho lá, é bem melhor.
115 – Aluno 1: (...) Se a gente conseguir confirmar que os aparelhos antigos consomem mais que os novos, por serem antigos, a gente diz que a solução é...	34 – Aluno 1: (...) Pronto, se a gente descobrir os motivos que fazem ele disparar a gente descobre o problema.
24 – Aluno 1: É bom a gente fazer uma solução para cada hipótese , né não? Como a	[No fechamento do Problema 2] 36 – Aluno 1: Você bota hipóteses e na

gente fez no trabalho que eu fiz no outro grupo.	mesma ordem você coloca a solução . (...)
--	--

Fonte: elaborado pelo autor.

3 – Na interação do grupo 5 é marcante a utilização dos passos da ABP como signo mediador na organização do conhecimento, em particular a formulação de hipóteses, de objetivos de aprendizagem e a proposição de uma solução. Isso pode ser verificado na sequência discursiva a seguir:

21 – Aluno 1: Então... Passe a limpo. Primeiro são os objetivos, né?

22 – Aluno 2: Primeiro as hipóteses...

23 – Aluno 1: Sim, primeiro as hipóteses, depois os objetivos e depois a solução.

O fechamento do problema 3 foi caracterizado pela escassez de discussão dos conhecimentos trabalhados nos encontros anteriores pelos membros do grupo 5. A mínima interação estabelecida no grupo se restringiu aos alunos 1, 2, 3 e 5. Verificamos que a ausência de discussão e interação foi ancorada pela proposta de solução elaborada pelo Aluno 5. Depois de ser avaliada pelo Aluno 1 e pelo Aluno 3, a resposta do Aluno 5 foi tomada como a solução para o problema, ensejando não haver mais a necessidade de discussão em grupo:

11 – Aluno 1: Está bom. É isso mesmo.

12 – Aluno 5: É?

13 – Aluno 1: É.

Silêncio no grupo.

14 – Aluno 1: Aluno 3. Olhe... Veja aí a solução.

15 – Aluno 5: Se ele conseguir ler, né?

Silêncio no grupo.

16 – Aluno 1: Deixe eu ler... É bem assim... Olhe... Maria deverá trocar os aparelhos antigos que consomem muita energia elétrica por aparelhos novos, pois com a evolução da tecnologia de materiais, principalmente, tem proporcionado aparelhos e equipamentos cada vez mais eficientes em relação ao consumo de energia. Outro fator a ser considerado é a questão do consumo racional de energia elétrica que está profundamente associada à preservação dos recursos naturais e a manutenção da sustentabilidade do planeta.

17 – Aluno 1: Está bom?

18 – Aluno 3: Falta falar sobre... (som inaudível)

19 – Aluno 1: Sobre o quê?

20 – Aluno 1: Aí tem falando bem assim, a questão do consumo racional. No caso do pai e do filho que não tem hábitos econômicos. Quando eles conseguirem racionalizar melhor ele vão parar. Ou você discorda quando está falando do consumo racional?

21 – Aluno 3: Não. Está bom.

O comportamento do grupo 5 pode ser verificado também nos demais grupos a partir dos registros das observações durante o oitavo e nono encontros: *R806 – (...) Os alunos não sabiam muito bem como agir no estudo autodirigido. (...) Certo grau de conversas foi notado; R903 – Em todos os grupos a maioria dos alunos estão calados, sendo que apenas alguns alunos estão realizando a conclusão da atividade.*

O comportamento observado no grupo 5, extensivo aos demais grupos, combinado às avaliações regulares feitas pelos alunos no que se refere à facilidade na proposição de uma solução (01), ao grau de estímulo produzido pelo problema para a discussão em grupo (02), ao grau de motivação para o autoestudo (01) e à disponibilidade do tempo para discussão (01), nos permite apontar como causa a falta de estudo autodirigido da maioria dos componentes do grupo, ainda que se tenha garantido o tempo destinado para isso dentro do próprio horário de aula, no oitavo encontro. Diante da falta do hábito de estudar de forma autônoma a consequência foi o comportamento observado nos alunos.

A despeito do comportamento observado no grupo 5, é importante destacar o comportamento do Aluno 5 desse grupo em dois momentos: primeiro quando agindo como parceiro mais capaz explica ao Aluno 1 como trabalhar com as fórmulas de potência para o cálculo de energia. Segundo, na interação desse aluno com a professora da turma.

Nas falas do Aluno 5 podemos identificar a mediação semiótica a partir de exemplos envolvendo as expressões de potência e a simbologia a ela inerente. Os recursos utilizados pelo Aluno 5 permite ao Aluno 1 entender a aplicação das expressões:

35 – Aluno 5: (som inaudível) Aí no caso ele vai dar em “volts” e você vai ter que dá em joules. Aí, exemplo, a potência é igual a... Vamos dizer que foi 500... 500 watts. Aí a energia é o (som inaudível)... E delta t o tempo que ele gastou, por exemplo, vamos dizer 15 minutos. Aí você vai multiplicar por 60 que vai dá 900. Aí você coloca p é igual energia vezes delta t ou... Dividido por delta t. Aí você coloca 500 que é o “volts” igual a energia sobre 900. Aí você passa, energia é igual a 900 vezes 500 que vai dá o resultado. Deixe eu ver o resultado. 450000 joules. Só isso.

36 – Aluno 1: Esses cálculos até que são fáceis.

37 – Aluno 5: Mas também tem ele para você dar em quilowatt vezes hora. Aí você tem que dividir. O tempo seria delta t é igual a, exemplo, delta t vai ser de 15 minutos. Aí você vai dividir por 60 que vai dar igual 0,25. Aí você vai botar horas.

38 – Aluno 5: Essa daqui. Olhe. Essa eu entendi um pouco. O p é o watts o U é o volts e o i é, cadê... (som inaudível). Aí, exemplo, você

vai colocar a potência, vamos dizer que a potência foi de 200 “volts”. Volts é igual a menos 100 e você vai procurar... O i . Aí você coloca p é igual a i vezes V . 200 é igual i vezes -100. Aí, 200, está me ouvindo, né? Aí vai dar -100...

Na interação do Aluno 5 com a Professora verificamos que a mediação semiótica é feita por meio de letras e símbolos, que no contexto da eletrodinâmica possuem significados como potência (P), diferença de potencial ou tensão (U), delta t (Δt) que significa intervalo de tempo, corrente (i) e energia (E). Como o aluno já havia tomado contato com os conceitos científicos e a forma de fazer os cálculos, uma vez que observou os exemplos no livro, o processo intersubjetivo estabelecido com a Professora foi o de confirmar as definições de situação que ele possuía. A compreensão do aluno sobre os conceitos e os cálculos realizados é, portanto, acompanhada pela professora com a intersubjetividade de questionamento e confirmativa. Isso também acontece no ensino expositivo, entretanto, a diferença aqui está no fato do aluno a partir de seu autoestudo ir confirmando o seu entendimento. No Quadro 16 dispomos as falas da professora e do Aluno 5.

Quadro 11 - Interação professor-aluno

Professora	Aluno 5
45 – Professora: A potência é quanto?	46 – Aluno 5: A potência é 200 watts.
47 – Professora: E aí o que ele dá mais?	48 – Aluno 5: Dá o volts...
49 – Professora: A ddp, U igual a 100 volts e aí você vai calcular i , né isso?	50 – Aluno 5: Isso.
51 – Professora: E qual é a fórmula?	52 – Aluno 5: P igual a i vezes U . E eu botei V .
54 – Professora: O que é que você tem de informação aí?	55 – Aluno 5: Tenho P que significa potência, né? Aí eu botei como exemplo 500 watts. Aí coloquei o delta t que ele está dizendo. Exemplo, eu coloquei como 15 minutos vezes 60 dá 900 segundos.
56 – Professora: Você está utilizando segundo, unidade do sistema internacional.	57 – Aluno 5: Isso. Aí eu coloquei p igual a energia vezes delta t .
58 – Professora: A energia seria em joules.	59 – Aluno 5: Isso. E o outro seria do mesmo jeito. Só mudar, exemplo, 15 dividido por 60, vai dá igual a 0,25 horas.
60 – Professora: E a potência também.	61 – Aluno 5: A potência que no caso vai ser em quilowatt.
62 – Professora: Isso. E como você faz?	63 – Aluno 5: Eu não lembro como se faz mais não.

Fonte: elaborado pelo autor.

A afirmação do Aluno 5, no final da interação com a professora, demonstra o reducionismo a matemática do estudo da física e combatido por nós, quando ele fala que tinha entendido como fazer o uso da linguagem matemática vinculada aos conceitos científicos de potência e energia, entretanto, não haveria na prova apenas questões de cálculo como normalmente acontecia.

68 – Aluno 5: Quando eu entendo o assunto não cai, quando eu não entendo só cai fórmula.

No quadro a seguir estão as hipóteses, os objetivos de aprendizagem e a solução apresentados pelo grupo. Essas informações foram recolhidas da folha de conhecimentos (Anexo 2) entregue pelo grupo após o fechamento do problema 3 e representam as definições de situação do grupo estabelecidas a partir do processo de intersubjetividade entre os seus componentes e alcançadas pela mediação semiótica, sobretudo do livro didático.

Quadro 12 - Conhecimentos dos alunos do Grupo 5 no desenvolvimento do Problema 3

Hipóteses	Objetivos de aprendizagem	Solução
Aparelhos elétricos lado a lado e atrapalha o desempenho do outro;	Estudar as características de uma eletricidade;	Maria deverá trocar os aparelhos antigos, que consome muita energia elétrica por aparelhos novos, pois com a evolução da tecnologia de materiais, principalmente, tem proporcionado aparelhos e equipamentos cada vez mais eficientes. O consumo de energia está interligado ao consumo racional de energia elétrica [que] está profundamente associado à preservação dos recursos naturais e [a] manutenção da sustentabilidade do planeta.
Uso do ar condicionado com frequência;		
Aparelhos antigos consomem muita energia;	Estudar quais aparelhos elétricos economizam mais;	
Fiação com problemas (fios desencapados);		
Aparelhos em “standy by” (modo de espera).	Estudar a importância de energias renováveis.	
Lâmpadas incandescentes		

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando o quadro acima é interessante observar que as pesquisas prévias realizadas pelos alunos antes da sessão de abertura do problema 3, conforme ressaltamos antes, permitiram que já de início eles trabalhassem com os conhecimentos científicos relacionados ao consumo de energia pelos aparelhos elétricos. Isso fica explicitado quando os alunos transformam o que seriam dicas de economia sobre o uso racional e adequado dos

aparelhos elétricos em hipóteses sobre as causas do consumo alto de energia. Esses fatores atrelados ao uso dos aparelhos elétricos levaram os alunos a estudarem “quais aparelhos elétricos economizam mais” e também, “estudar a importância de energias renováveis”. Ao proporem esse último objetivo de estudo, os estudantes ampliam a compreensão do conceito de consumo de energia.

Verificamos que as hipóteses e o objetivo de estudar os aparelhos elétricos que mais economizam energia sinalizaram que os estudantes chegariam ao conceito de potência, como de fato chegaram, conforme observamos nas transcrições das falas analisadas anteriormente, entretanto, o processo de desenvolvimento do conceito de potência associado ao consumo de energia dos aparelhos elétricos demonstrou não ter ainda a familiaridade típica dos conceitos cotidianos, necessária para apreensão plena dos conceitos científicos, visto não se verificar, de forma explícita, uma correlação das medidas para evitar o gasto de energia – comprar aparelhos novos, tirar da tomada, trocar a fiação, etc. – com o porquê de se tomar essas medidas – devido à potência característica de cada aparelho e seu tempo de uso diário. A vinculação do elementar e do concreto percebida no uso adequado dos aparelhos elétricos com a generalização e abstração do conceito científico de potência e do tempo de funcionamento dos equipamentos não se verificou na solução apresentada pelo grupo, apesar dela trazer a ideia da tecnologia de materiais, o que influencia na potência e na eficiência dos aparelhos. É de suma importância, porém, a generalização exposta na solução, quando o grupo associa o conceito de consumo à preservação dos recursos naturais com vista à manutenção da sustentabilidade do planeta.

A falta no domínio cotidiano do uso dos conceitos científicos se confirmou também durante a aplicação da prova, particularmente na resposta à questão 6 (Figura 4) que tratava dos conceitos de potência e tempo na determinação do uso ou não de um aparelho elétrico. No Quadro 18 dispomos as respostas dos alunos do grupo 5 à questão 6 da prova.

Figura 4 - Questão 6 da prova

<p>Questão 6 – Uma família possui e utiliza os aparelhos do quadro anterior sob as mesmas condições de tempo de uso descritas. Nos últimos meses, com a adoção de bandeiras tarifárias pelas companhias de energia elétrica, a conta ficou mais cara, obrigando os membros da família a mudarem de hábitos com relação ao uso dos aparelhos elétricos. Desejando diminuir o consumo mensal de energia elétrica a família decidiu, então, não fazer mais uso de um dos equipamentos. Qual dos aparelhos elétricos a família não deve mais usar e por quê?</p>		
Aparelho	Potência (KW)	Tempo de uso diário (horas)
Ar-condicionado	1,5	8
Chuveiro elétrico	3,3	1/3
Freezer	0,2	10
Geladeira	0,35	10
Lâmpadas	0,10	6

Quadro usado nas questões 5 e 6.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 13 - Respostas dos alunos do Grupo 5 à questão 6 da prova

Aluno	Resposta à questão 6
1	Chuveiro elétrico, pois é o aparelho elétrico que mais consome energia.
2	Chuveiro elétrico. Pois consome muita energia elétrica e é considerado um vilão.
3	Ar-condicionado. Pois além de utilizarem muito, sua potência é superior aos outros aparelhos, fora o chuveiro elétrico que tem uma potência maior, porém é pouco utilizado.
4	Chuveiro elétrico pois tem um consumo muito de energia e kW 3,3 e com o aumento da bandeiras tarifárias teve de desfazer do chuveiro quente utilizar de forma normal para a conta vim barata.
5	O chuveiro elétrico, porque com tão pouco tempo de uso ele gasta uma grande quantidade de energia, bem maior que os outros aparelhos.
6	O ar-condicionado. Porque calculando a potência com o tempo de uso diário nesses últimos meses, fica mais ou menos 12% de energia gasta. Sabendo que em 8 em 8 horas com a potência 1,5 a família se prejudicará mais.
7	O ar-condicionado pois o tempo de uso diário é maior e consequentemente gastará mais energia.
8	O chuveiro elétrico, pois ele tem uma potência maior e gasta muito.

Fonte: elaborado pelo autor.

A leitura das respostas dos alunos do grupo 5 à questão 6 da prova permite verificar que apenas os alunos 3, 6 e 7 responderam corretamente. Entretanto, isso não significa que os três alunos internalizaram o conceito de potência e a sua relação com o tempo na determinação do consumo de energia dos aparelhos elétricos. Um exemplo disso é a resposta do Aluno 7 que apesar de mencionar o tempo não o relaciona à potência do ar-condicionado. Já o Aluno 5, apesar de não escolher a resposta correta, demonstra compreender a relação entre potência e tempo na determinação do consumo de energia.

4.3.2 Padrões de Interação e Abordagem Comunicativa

A transcrição do áudio do grupo 5, na abertura do Problema 3, nos permitiu fazer o recorte de oito sequências discursivas, considerando a introdução, pelos alunos, de um ou mais conceitos que os conduziram no entendimento e esclarecimento da situação-problema. Nos quadros seguintes apresentaremos as sequências discursivas, identificando os padrões de interação e a abordagem comunicativa estabelecidos em cada uma delas:

Quadro 14 - "Modo de espera"; "conscientização"; "fuga de corrente"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
01 – Aluno 1	No caso, esse item aí, modo de espera, né? Aí no caso seria quando a pessoa terminasse de usar um aparelho eletrônico fosse lá e tirasse da tomada.	Iniciação de escolha – Ies
Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
02 – Aluno 2	Isso. Tem que tirar.	Resposta – R
03 – Aluno 1	Para economizar mais energia.	Prosseguimento – P
04 – Aluno 2	Isso.	Resposta – R
05 – Aluno 1	E você colocou também que por a maioria dos aparelhos dela serem antigos eles consomem mais energia?	Iniciação de escolha – Ies
06 – Aluno 2	Isso.	Resposta – R
07 – Aluno 1	E pode colocar também que os hábitos do pai e dos filhos...	Prosseguimento – P
08 – Aluno 2	Eu coloquei que o marido e os filhos gastam muita energia.	Resposta – R
09 – Aluno 1	Agora os objetivos de aprendizagem que a gente procurou saber.	Prosseguimento – P
10 – Aluno 1	Se realmente os aparelhos antigos gastam muita energia.	Iniciação de escolha – Ies
11 – Aluno 2	Eu pesquisei e gasta mesmo.	Resposta – R
12 – Aluno 3	Gasta.	Resposta – R
13 – Aluno 3	Aí vai precisar trocar todos os aparelhos.	Avaliação – Aa
14 – Aluno 1	Por novos.	Prosseguimento – P
15 – Aluno 2	E também a questão de conscientização porque se trocar eles vão continuar gastando do mesmo jeito.	Avaliação – Aa
16 – Alunos	É.	Resposta – R
17 – Aluno 1	E você falou o quê sobre a fiação?	Iniciação de produto – Ipd
18 – Aluno 4	É que pode ter defeito porque a... Fuga de corrente são as emendas de fios mal feitas e que consome muita energia, não funcionam, e porque você pode levar até um choque e consomem muita energia.	Resposta – R

Fonte: elaborado pelo autor.

A sequência discursiva acima demonstra uma interação dialógica entre os alunos 1, 2, 3 e 4, em que, tendo em mente o problema do alto consumo de energia elétrica, lançam hipóteses com possíveis causas e propõem objetivos de aprendizagem sobre o consumo de energia, trazendo à discussão alguns conceitos como o **modo de espera** de alguns aparelhos elétricos, a **conscientização** do consumo de energia e a **fuga de corrente** quando não se faz instalações elétricas adequadas. É estabelecida a seguinte cadeia interativa: **Ies-R-P-R-Ies-R-P-R-P-Ies-R-R-Aa-P-Aa-R-Ipd-R**. Essa cadeia contém um padrão do tipo I-R-A com dupla avaliação (Ies-R-R-Aa-P-Aa). Conforme já havíamos verificado na análise do desenvolvimento das atividades do Grupo 1 com o Problema 2, o padrão de interação I-R-A na interação discursiva dos alunos parte de um tipo de iniciação feita por um dos alunos e termina na avaliação realizada por outro aluno da interação, ao contrário do que acontece na interação professor-aluno em que a iniciação e a avaliação são feitas pelo professor. Além desse aspecto, verificamos no padrão I-R-A dessa sequência um outro bastante relevante: são feitas duas avaliações por dois alunos. O estabelecimento dessa variação nesse padrão revela a possibilidade dos alunos colocarem seus pontos de vista e realizarem reflexões e avaliações em face do problema estudado.

Quadro 15 - "Mas se o problema for com a fiação?"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
25 – Aluno 3	Eu acho que só vai ter solução no uso dos aparelhos e da contribuição.	Iniciação de escolha – Ies
26 – Aluno 1	Sim, mas se o problema for com a fiação? Porque vem falando, você fez uma pesquisa e vem falando, né?	Prosseguimento – P e Iniciação de escolha – Ies
27 – Aluno 4	É.	Resposta – R
28 – Aluno 1	E vem falando que pode ter um problema e seria trocar a fiação.	Prosseguimento – P
29 – Aluno 3	Isso vai ser hipótese?	Iniciação de escolha – Ies
30 – Aluno 1	A hipótese é problema na fiação.	Resposta – R
31 – Aluno 1	E a solução é trocar a fiação.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

Na sequência do Quadro 20 o processo interativo e dialógico se mantém e se verifica a construção da cadeia discursiva **Ies-P-Ies-R-P-Ies-R-Aa**. A dimensão dialógica da interação fica clara na abordagem do Aluno 1 quando, ao dar prosseguimento à fala do Aluno 3, considera as informações da pesquisa feita pelo Aluno 4. A abordagem dialógica da interação teve continuidade na sequência apresentada no Quadro 21, verificada nas eliciações feitas

pelo Aluno 1 e que oportunizou o envolvimento dos demais alunos. Nesse sentido, é importante ressaltar a participação do Aluno 5, que forneceu um **feedback**, trazendo à discussão uma situação de sua experiência cotidiana e sustentando, dessa forma, as informações do Aluno 4. A cadeia interativa do Quadro 21 tem o padrão **Ies-R-P-Ies-R-Fa-R-Ies-Ipd-SemResp-Ies-R-P-Aa**.

Um aspecto importante verificado nas interações dos alunos do grupo 5 que pode ser notado, ainda que com menor intensidade, também no grupo 1, durante a aplicação do problema 2 é a extensão das cadeias discursivas. Nota-se na formação dessas cadeias um número maior de iniciações, respostas e prosseguimentos, antes do fechamento da sequência por uma avaliação, o que demonstra maior envolvimento dos alunos na construção dos significados dos conceitos trabalhados e, também, o surgimento das zonas de desenvolvimento proximal de cada aluno, que é ajudado pelo colega no entendimento dos conceitos ou na ampliação deles, a partir das iniciações, respostas e prosseguimentos. Observa-se ainda que o surgimento dessas longas cadeias ocorreu graças à função de parceiro mais capaz assumida pelo Aluno 1. Nesse caso a capacidade do Aluno 1 não provinha do conhecimento pleno do conteúdo mas da sua liderança na condução das operações a serem realizadas para se chegar a uma solução do problema. Esse comportamento do Aluno 1 contribuiu para a promoção das interações no grupo.

Quadro 16 - "São dicas de economia?"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
46 – Aluno 1	Aí, no caso aqui (consultando a pesquisa no caderno do Aluno 4) são dicas de economia?	Iniciação de escolha – Ies
47 – Aluno 4	Isso.	Resposta – R
48 – Aluno 1	Aqui tem assim... Fuga de corrente... Emendas de fios mal feitas, fios desencapados e isolamentos desgastados causam fuga de corrente e choques... Aparelhos em standby devem ser retirados da tomada. Mas, tipo... Se esses fios foram colocados mal feitos eles gastam muita energia?	Prosseguimento – P e Iniciação de escolha – Ies
49 – Alunos	Gastam.	Resposta – R
50 – Aluno 5	Tem gente que pega para completar o cabo... A tomada de um e o fio de outro, aí gasta muita energia.	Feedback – Fa
51 – Aluno 1	Então coloca instalação de fio mal feita.	Resposta – R
52 – Aluno 1	É só esse problema com a fiação, né? E a outra hipótese?	Iniciação de escolha – Ies e Iniciação de produto – Ipd

53 – Aluno 2	Aí coloca fiação mal feita?	Iniciação de escolha – Ies
54 – Aluno 1	Instalação da fiação mal feita.	Resposta – R
55 – Aluno 5	E também aquela que eu falei... Ah! Mas está relacionada a isso mesmo... O gasto exagerado de energia, deixar a tomada acessa... Conectada... Luzes acessas.	Prosseguimento – P e Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

No Quadro 22 a sequência é formada pela cadeia discursiva **Ipc-P-R-Aa-R-P-R-P-Fa-Aa**. Essa sequência tem início com o Aluno 1 fazendo uma *iniciação de processo*. Essa iniciação de processo apresenta um modo de funcionamento semelhante ao da **fala egocêntrica** (Vygotsky, 1991), ou seja, ainda que seja colocada para o grupo, o Aluno 1 faz a iniciação para si mesmo de modo a organizar suas ideias em relação ao que se deve estudar para solucionar o problema. Isso é confirmado com o *prosseguimento* da sua fala quando diz: “É essa a questão” se referindo apenas ao uso dos aparelhos elétricos, sem considerar outras causas que afetam no consumo de energia, como os problemas com a fiação. O padrão **Ipc-P-R-Aa** presente na cadeia demonstra uma abordagem de autoridade exercida pelo Aluno 1, que conduz o entendimento no grupo com a *avaliação* de descartar a hipótese sobre a fiação. Essa avaliação do Aluno 1 produz uma *resposta* contrária do Aluno 3, o qual acredita que por se tratar de fase de elaboração de hipóteses, a hipótese sobre a fiação também deve ser considerada. O *feedback* fornecido pelo Aluno 2 ratifica esse entendimento do Aluno 3, entretanto, o Aluno 1 segue direcionando o entendimento do problema avaliando que “ele [o problema] está só querendo saber dos aparelhos elétricos”. Constatamos que essa sequência, embora com uma dimensão autoritária exercida pelo Aluno 1, se manteve interativa com as contribuições dos alunos 2 e 3.

O padrão de interação do tipo **I-P-R-A** se repetiu na sequência do Quadro 23, explicitando mais uma vez uma abordagem autoritária exercida pelo Aluno 1. Além desse padrão de interação, um feedback do Aluno 2, seguido por uma dupla avaliação – uma do Aluno 2 e a outra do Aluno 6 – completa essa sequência, assumindo o padrão **Ies-P-R-Aa-Fa-Aa-Aa**. O feedback fornecido pelo Aluno 2 é de extrema importância visto que ele trabalha com o conceito de potência, cujo significado foi mediado pelo livro didático, funcionando deste modo como signo mediador. A avaliação realizada pelo aluno 2 também revela um certo **grau de generalidade** envolvendo o conceito de consumo, visto que ele se relaciona não apenas à energia mas também ao uso da água. Observa-se que a participação do Aluno 1 nessas duas sequências, ainda que exerça uma abordagem autoritária, não impede a exposição

das ideias dos demais colegas, ao contrário, possibilita a dimensão interativa da discussão, especialmente com a realização de avaliações dos demais colegas.

Quadro 17 - "Como o uso dos aparelhos elétricos influencia na conta?"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
56 – Aluno 1	Como o uso dos aparelhos elétricos influencia na conta?	Iniciação de processo – Ipc
57 – Aluno 1	É essa questão... O modo de espera... Não foi isso que você falou? De você usar e deixar lá na tomada. Porque eles acham que quando não está funcionando, estando na tomada não gasta energia.	Prosseguimento – P
58 – Aluno 2	Mas gasta.	Resposta – R
59 – Aluno 1	Então, no caso vai ter que tirar.	Avaliação – Aa
60 – Aluno 3	Não, vai ter que deixar.	Resposta – R
Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
61 – Aluno 1	Porque o problema não é com a fiação.	Prosseguimento – P
62 – Aluno 3	Então, é por isso que deve ficar.	Resposta – R
63 – Aluno 1	A fiação não tem nada a ver.	Prosseguimento – P
64 – Aluno 2	Com a hipótese?	Feedback – Fa
65 – Aluno 1	É... Porque ele está só querendo saber dos aparelhos elétricos.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 18 - "Consumo de energia elétrica"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
78 – Aluno 2	Pode colocar o chuveiro elétrico?	Iniciação de escolha – Ies
79 – Aluno 2	Sim, no caso, chuveiro elétrico... Geladeira... Pode colocar? Pode né?	Prosseguimento – P
80 – Aluno 3	Pode. Geladeira velha...	Resposta – R
81 – Aluno 1	Mas não precisa especificar o chuveiro elétrico... Os aparelhos estão com defeito... Estão consumindo muita energia, a gente acha que por eles serem antigos.	Avaliação – Aa
82 – Aluno 2	Aqui (consultando o livro), olhe, quando se menciona o consumo de energia elétrica de um aparelho informamos a quantidade de energia elétrica que esse aparelho utiliza durante o período de tempo em que permanece ligado.	Feedback – Fa
83 – Aluno 2	O certo é usar e depois de usar desligar... Mesma coisa é com água.	Avaliação – Aa
84 – Aluno 6	Mas só não pode desligar a geladeira.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

A sequência do Quadro 24 tem a forma **Ies-P-R-Ies-R**. Essa cadeia confirma o que dissemos antes sobre a frequência das categorias de iniciação, resposta e prosseguimento nas interações do grupo 5. Como se trata da abertura do problema, ainda que houve já nesse momento uma pesquisa por parte dos alunos, eles não estão em condições de realizar avaliações inteiramente fundamentadas nos conceitos científicos envolvidos no problema, por isso o predomínio de iniciações e repostas baseadas nos conhecimentos prévios e, sobretudo, cotidianos, o que para esse momento inicial, é de suma importância. Esse padrão de interação se repete na sequência do Quadro 25 formada pela cadeia **Ipd-R-Ipc-R-P-Aa**, mas, ao contrário da sequência anterior que é aberta, essa é fechada com uma avaliação feita pelo Aluno 3.

Quadro 19 - "Conta de energia envolve várias coisas"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
88 – Aluno 4	No caso ele está querendo saber só dos aparelhos elétricos ou do aumento de energia dela?	Iniciação de escolha – Ies
89 – Aluno 4	Por que se colocar conta de energia envolve várias coisas, mas se for só dos aparelhos é tipo, só a geladeira...	Prosseguimento – P
90 – Aluno 1	A quantidade de energia que um aparelho elétrico antigo utiliza é que vai fazer com que o preço aumente ou não, né isso?	Resposta – R e Iniciação de escolha – Ies
91 – Aluno 4	É.	Resposta – R

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 20 - "Aparelhos antigos"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
96 – Aluno 1	Botou o quê Aluno 2?	Iniciação de produto – Ipd
97 – Aluno 2	Aparelhos antigos.	Resposta – R
98 – Aluno 1	Sim, têm o que com os aparelhos antigos?	Iniciação de processo – Ipc
99 – Aluno 2	Por eles serem antigos eles consomem mais energia... É o problema.	Resposta – R
100 – Aluno 1	Por eles serem velhos eles consomem mais energia.	Prosseguimento – P
101 – Aluno 3	Pode ter tido alteração no modo como eles consomem energia ao passar dos anos.	Avaliação – Aa

Fonte: elaborado pelo autor.

A última sequência está disposta no Quadro 26 e é formada pela cadeia **Ipd-R-P-Aa-Ies-R**. Nela verifica-se o padrão do tipo I-R-A com as características identificadas de um aluno iniciar a tríade, nesse caso o aluno 2 e um outro aluno fechar com a avaliação, nesse caso o aluno 3. É interessante notar ainda o uso do livro como signo mediador durante a interação e na construção dos conceitos. Verifica-se que os alunos notaram a necessidade de cálculo do consumo de energia elétrica e suas pesquisas os levaram para o conceito de potência. É importante destacar que nesse caso os estudantes perceberam a matemática como uma linguagem adequada ao entendimento dos conhecimentos físicos relativos ao problema, ou seja, não limitaram a física à linguagem matemática pura e simples, mas relacionada aos conceitos físicos abordados.

Quadro 21 - "Cálculo do consumo de energia elétrica"

Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
108 – Aluno 2	Objetivos de estudo... O que você procurou saber?	Iniciação de produto – Ipd
109 – Aluno 1	Nós lemos o livro e... Eu li a parte de cálculo do consumo de energia elétrica pra saber por que a energia aumenta.	Resposta – R
110 – Aluno 1	A gente procurou saber por que houve essa alteração no preço da energia. E pra isso a gente teve que ler cálculo de consumo de energia elétrica.	Prosseguimento – P
111 – Aluno 3	Ainda não é isso.	Avaliação – Aa
112 – Aluno 2	Sim, a gente vai estudar os circuitos elétricos? Ou não?	Iniciação de escolha – Ies
113 – Aluno 3	É só pesquisar porque os aparelhos antigos consomem mais energia do que os novos. Só isso.	Resposta – R

Fonte: elaborado pelo autor.

No fechamento do problema 3, como dissemos antes, houve pouca interação e discussão entre os alunos, sobretudo, depois da adoção da solução trazida pelo Aluno 5 para o problema. Com isso, a construção de sequências discursivas entre os estudantes, com o surgimento de padrões de interação e abordagens comunicativas, ficou prejudicada. Entretanto, em seu lugar, foi estabelecida uma interação dialógica entre o Aluno 5 e a Professora da turma. No quadro abaixo dispomos as transcrições da sequência discursiva entre o Aluno 5 e a Professora, identificando os padrões de interação.

Quadro 22 - Interação professor-aluno

Interlocutores	Transcrição das falas	Padrões de interação
45 – Professora	A potência é quanto?	Iniciação de produto – Ipd

46 – Aluno 5	A potência é 200 watts.	Resposta – R
47 – Professora	E aí o que ele dá mais?	Prosseguimento – P
48 – Aluno 5	Dá o volts...	Resposta – R
49 – Professora	A ddp, U igual a 100 volts e aí você vai calcular i, né isso?	Avaliação – A e Iniciação de escolha – Ies
50 – Aluno 5	Isso.	Resposta – R
51 – Professora	E qual é a fórmula?	Iniciação de produto – Ipd
52 – Aluno 5	P igual a i vezes U. E eu botei V.	Resposta – R
53 – Aluno 5	E a outra é essa aqui, que é o da... Do consumo de energia.	Tomando o turno de fala
54 – Professora	O que é que você tem de informação aí?	Iniciação de produto – Ipd
55 – Aluno 5	Tenho P que significa potência, né? Aí eu botei como exemplo 500 watts. Aí coloquei o delta t que ele está dizendo. Exemplo, eu coloquei como 15 minutos vezes 60 dá 900 segundos.	Resposta – R
Aluno	Transcrição da fala	Padrão de interação
56 – Professora	Você está utilizando o segundo, unidade do sistema internacional.	Avaliação – A
57 – Aluno 5	Isso. Aí eu coloquei p igual a energia vezes delta t.	Resposta – R
58 – Professora	A energia seria em joules.	Prosseguimento – P
59 – Aluno 5	Isso. E o outro seria do mesmo jeito. Só mudar, exemplo, 15 dividido por 60, vai dá igual a 0,25 horas.	Resposta – R
60 – Professora	E a potência também.	Prosseguimento – P
61 – Aluno 5	A potência que no caso vai ser em quilowatt.	Resposta – R
62 – Professora	Isso. E como você faz?	Iniciação de processo – Ipc
63 – Aluno 5	Eu não lembro como se faz mais não.	Resposta – R
64 – Professora	Você divide por mil, pois um quilowatt é igual a mil watts, aí você precisa dividir.	Resposta – R
65 – Aluno 1	É só dividir por mil.	Feedback – Fa
66 – Professora	Isso, de watts para quilowatts é só dividir por mil.	Avaliação – A

Fonte: elaborado pelo autor.

Verificamos o surgimento de duas cadeias interativas interligadas pela tomada de fala do Aluno 5 para mostrar um outro caso de aplicação da expressão de potência: **Ipd-R-P-R-A-Ies-R-Ipd-R** e **Ipd-R-A-R-P-R-P-R-Ipc-R-R-Fa-A**. Observamos a presença das dimensões interativas e dialógica entre professor e aluno com a alternância das repostas desse último às iniciações e prosseguimentos da professora. O padrão I-R-A, característico da abordagem de autoridade aparece apenas no início do segundo padrão interativo. Isso mostra que com o uso da ABP a forma de ensino do professor é influenciada, permitindo um maior diálogo com os conhecimentos dos estudantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de três situações-problema adotando-se a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na disciplina de Física em uma turma da terceira série do ensino médio apresentou resultados importantes, tanto no que diz respeito à adoção da ABP como em relação à aprendizagem do conhecimento científico dessa disciplina.

A formação de grupos, característica marcante da metodologia da ABP, permitiu estabelecer a interação entre os alunos de forma que desenvolvessem as atividades com as situações-problema. Nesse sentido, verificamos que o número de componentes do grupo é importante para a qualidade das interações: um número maior de alunos no grupo não é indicador de maior possibilidade de contribuições de ideias na construção dos conceitos estudados, ao contrário, verificamos que as discussões aconteciam nos dois grupos analisados no máximo entre quatro alunos.

Os passos da ABP se configuraram como signos mediadores úteis na organização do conhecimento construído durante as discussões nos grupos, na medida em que ensejaram os alunos a saberem qual o problema e suas possíveis causas. Isso foi refletido nas hipóteses, nos objetivos de aprendizagem que lhes faziam sentido devido ao contexto do problema, e por fim, na apresentação de uma solução capaz de dirimir o problema a partir dos conhecimentos adquiridos.

A complexidade dos problemas também ajudou no estabelecimento das interações entre os alunos: a estrutura dos problemas em estreita relação com o cotidiano dos alunos contribuiu, em certa medida, para o envolvimento dos estudantes nas discussões em busca de uma solução e os permitiram adotar uma atitude procedimental fora dos formatos “plug-and-chug” e “pattern-matching”, discutidos e combatidos por Heller e Heller (2010), em que o estudante é levado, respectivamente, a colocar ou substituir números em uma equação de maneira a produzir um resultado almejado, ou ainda, identificar um padrão de resolução e utilizá-lo por correspondência em outras situações. Ao contrário, as situações-problema exigiram a investigação e a discussão dos alunos para se chegar a uma solução, evitando ter uma resposta copiada do livro ou da internet.

O estudo autodirigido se mostrou insuficiente e resultou, no fechamento dos problemas, em baixa intersubjetividade, na falta de aprofundamento, ampliação e relação dos conceitos. Ainda como consequência ocorreu a predominância da linguagem não científica e o

domínio da fala de um dos alunos do grupo, que dessa forma se constituiu no que Vygotsky (1991) chamou de parceiro mais capaz. Esse resultado, porém, antes de se configurar em ponto desfavorável à ABP, deve ser considerado à luz do contexto de realização das atividades.

Por contexto de realização das atividades devemos assumir o número de estudantes envolvidos, a participação da professora no desenvolvimento das situações-problema e o tempo de aplicação do método. Em uma turma numerosa com 47 alunos é evidente a formação de vários grupos, o que impossibilita o acompanhamento integral das discussões, no grupo, pelo professor. Isso influenciou sobremaneira na ZDP de cada aluno que ficou limitada ao nível de conhecimento do parceiro mais capaz do grupo em detrimento do nível de conhecimento da professora. Em contrapartida, pôde se verificar uma evolução no envolvimento dos alunos do segundo para o terceiro problema, com mais turnos de falas e mais apropriação do método, dando sinais que os resultados progrediriam caso a metodologia fosse aplicada por um período maior de tempo, aliado, também, a uma maior apropriação e/ou adequação do método pela professora.

O fato dos alunos na atividade com o problema 3 terem tido acesso à situação-problema antes da discussão pelo grupo na sessão de abertura do problema se mostrou favorável às interações do grupo e ao desenvolvimento dos conceitos. Essa adaptação na metodologia da ABP demonstra que o uso dessa metodologia não deve ser engessada, inflexível, mas possibilitar sua adequação ao contexto do ensino-aprendizagem.

Verificamos também que, mesmo na ABP existindo as figuras de coordenador e secretário, a função de coordenador não foi exercida a contento. Em seu lugar surge a figura do parceiro mais capaz que assume a liderança e a condução das atividades no grupo. Um dos alunos assume essa função e é aceito pelos demais colegas. Em nosso estudo os alunos que assumiram esse papel apresentaram as seguintes características: sustentaram a viabilidade da ideia proposta pelo colega, verificaram o entendimento do colega com perguntas e direcionaram ações que o grupo deveria tomar para resolver o problema. Além disso, apresentaram conceitos e propuseram recursos que funcionaram como mediadores semióticos.

No aspecto da aprendizagem dos conceitos físicos trabalhados verificamos que os alunos apresentam definições de situação ou entendimentos diferentes na abertura da discussão dos problemas, o que possibilitou a instalação e a manutenção do processo interativo discursivo bem como o desenvolvimento do processo intersubjetivo entre os componentes do grupo. Verificamos que o processo intersubjetivo apresenta finalidades que

dão andamento às discussões. Dentre as finalidades intersubjetivas identificamos de questionamento, reforço, confirmativa e opositiva.

No processo intersubjetivo foram também utilizados mediadores semióticos que permitiram aos alunos esclarecerem o que de fato entenderam. Nesse sentido é interessante como os alunos utilizaram o livro didático. Percebemos que o livro foi utilizado de forma diferente: se antes o professor passava o seu conteúdo para os alunos, agora, os alunos o utilizaram como um instrumento de pesquisa, um signo mediador do conhecimento físico, trazendo as definições dos conceitos abordados.

O uso da matemática vinda com o uso do livro admitiu nas interações uma dimensão não apenas de resolver cálculos, mas de aplicar os conceitos estudados conferindo-os significado, ou seja, a linguagem dos conceitos físicos conseguiu se apresentar e ser auxiliada com a linguagem matemática, sinalizando que os alunos entendem que a física não é apenas cálculos.

Na análise do desenvolvimento dos conhecimentos científicos e cotidianos, as hipóteses, os objetivos de aprendizagem e as soluções dos alunos se constituíram em importantes indicadores, tendo em vista os dois momentos – abertura e fechamento – de atividades com as situações-problema, e tiveram como parâmetros a nossa definição de situação do problema, dos nossos objetivos e solução. O estabelecimento desses parâmetros se encaixa no que Chaiklin (2011) chamou de zona de desenvolvimento objetiva, que pode ser entendido como aquilo que se espera do aluno em determinado nível de estudo, sendo a zona de desenvolvimento proximal subjetiva o que cada aluno com a ajuda dos demais colegas e dos signos mediadores alcançaram.

Os padrões de interação e as abordagens comunicativas indicaram maior liberdade dos alunos em dizerem ou trazerem seus conhecimentos prévios e cotidianos. Entretanto, padrões do tipo I-R-A de alguns alunos reproduzem a forma como os professores conduzem a sala e o conhecimento. Observou-se um envolvimento dos alunos com iniciações, respostas e prosseguimentos conferindo grandes extensões às cadeias discursivas. Isso sem dúvidas é representativo das zonas de desenvolvimento proximal de cada aluno, que ajuda e é ajudado pelo seu colega, sobretudo pelo parceiro mais capaz.

O modo como os padrões de interação se formaram e as abordagens comunicativas se estabeleceram foram essenciais para o desenvolvimento dos conceitos científicos trabalhados, permitindo, em maior ou menor abrangência, a apreensão de alguns conceitos. Alguns alunos demonstraram essa apreensão verificada nas respostas à prova. Nesse sentido é preciso levar

em consideração ao que afirma Vygostky (1993): que a apreensão de uma palavra apenas é o início do seu desenvolvimento.

A presença das ideias de pseudoconceito, significado funcional e grau de generalidade verificada nas discussões do grupo demonstram a formação e o desenvolvimento dos conceitos. A internalização não se restringiu apenas aos conceitos, mas também a alguns mediadores semióticos verificados nas ações do Aluno 1 no grupo 5 e que foram internalizados na sua experiência ao resolver o problema 2 no grupo 1.

Por fim, consideramos que o nosso trabalho contribui para o uso e fortalecimento de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, em especial a ABP, sobretudo diante da evolução, seja conceitual, seja da atitude da exposição das ideias diante dos colegas e do professor apresentadas pelos alunos da turma investigada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. A. B. S. **Possibilidades e limites da aprendizagem baseada em problemas no ensino médio**. 2007. 192 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru/SP, 2007.

ARAÚJO, U. F.; ARANTES, V. A. Comunidade, conhecimento e resolução de problemas: o projeto acadêmico da USPleste. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs) et al. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009. p. 101-121.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: contraponto, 1996.

BRUNER, J. S. **O processo da educação**. Tradução: Lólio Lourenço de Oliveira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.

_____. **Uma nova teoria da aprendizagem**. Tradução: Norah Levy Ribeiro. 2 ed. Rio de Janeiro: Edições Bloch, 1969.

CHAIKLIN, S. A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino. **Psicologia em estudo**, Maringá, PR, v. 16, n. 4, p. 659-675, out/dez. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-73722011000400016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 07 nov 2016.

CUNHA, M. I. Aprendizagens significativas na formação inicial de professores: um estudo no espaço dos cursos de licenciatura. **Interface – comunicação, saúde, educação**, Botucatu, SP, v.5, n.9, p. 103-116, ago. 2001. Disponível em: <www.interface.org.br/edicoes/v-5-n-9-agosto-2001/>. Acesso em: 30 maio 2016.

DAHLE, L. O. et al. ABP e medicina: desenvolvimento de alicerces teóricos sólidos e de uma postura profissional de base científica. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs) et al. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009. p. 123-140.

DECKER, I. R.; BOUHUIJS, P. A. J. Aprendizagem baseada em problemas e metodologia da problematização: identificando e analisando continuidades e descontinuidades nos processos de ensino-aprendizagem. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs) et al. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009. p. 177-204.

DEELMAN, A.; HOEBERIGS, B. A ABP no contexto da universidade de Maastricht. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs) et al. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009. p. 79-100.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org) et al. **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2. ed. ver. Florianópolis: EdUFSCar, 2005. p. 125-150.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

HELLER, K.; HELLER, P. **Cooperative problem solving in physics: a user's manual**, 2010. 305 p. Disponível em: < <https://www.aapt.org/conferences/newfaculty/upload/coop-problem-solving-guide.pdf>>. Acesso em: 20 mai 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LIMA, G. Z.; LINHARES, R. E. C. Escrever bons problemas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, RJ, v.32, n.2, p.197-201, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010055022008000200007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 02 mai 2016.

LOPES, J. B. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e Tecnologia/MCES, 2004.

MELTZER, D. E.; THORNTON, R. K. Resource Letter ALIP-1: Active-Learning Instruction in Physics. **American Journal of Physics**, Melville, NY, v. 80, n. 6, p. 478-496, jun. 2012. Disponível em: <<http://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.3678299>>. Acesso em: 03 out 2016.

MONTEIRO, I.C.C. **Estudo dos processos interativos em aulas de Física: uma abordagem segundo a teoria de Vigotski**. 2006. 228 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru/SP, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

_____. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, SP, v.22, n.1, p.94-99, mar. 2000. Disponível em: <www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_94.pdf>. Acesso em: 08 jan 2016.

MORENO, M. A.; REIS, M. J.; CALEFI, P. S. Concepções de professores de biologia, física e química sobre a aprendizagem baseada em problemas (ABP). **Revista Hipótese**, Itapetininga, SP, v.2, n.1, p. 104-117, 2016. Disponível em: <itp.ifsp.edu.br/ojs/index.php/HIP/article/view/284>. Acesso em: 01 jun 2016.

MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v.7, n. 3, p. 283-306, dez. 2002. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562>>. Acesso em: 20 out 2016.

NASCIMENTO, J. M. O papel das interações e de atividades propostas para o ensino aprendizagem de conceitos químicos. **Ciência e educação**, Bauru, SP, v.18, n. 3, p. 575-592, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000300006>>. Acesso em: 10 out 2016.

PENA, F. L.A.; FILHO, A. R. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v.25, n.3, p. 424-438, dez. 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n3p424/8456>>. Acesso em: 15 jan 2016.

RAINE, D.; SYMONS, S.; **A short course in problem based learning (PBL)**. [2005?]. Disponível em: <http://www.iop.org/education/higher_education/stem/problem-based/page_50125.html>. Acesso em: 12 set 2016.

REGO, T. C.; **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 2, p.29-47.

SANTOS, B. M. **A investigação sobre a própria prática de um professor iniciante sob o olhar da teoria da recontextualização**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru/SP, 2012.

SILVA, A. C. T. **Estratégias enunciativas em salas de aulas de química: contrastando professores de estilos diferentes**. 2008. 477 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA FILHO, M. V. et al. Como preparar os professores brasileiros da educação básica para a aprendizagem baseada em problemas? In: Congresso Internacional PBL 2010, São Paulo. **Anais do congresso**. São Paulo: EACH-USP, 2010. Disponível em: <uspleste.usp.br/pbl2010/trabs/trabalhos/TC0145-1.pdf>. Acesso em 18 mai 2016.

SOUZA, S. C.; DOURADO; L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, Natal, RN, v.5, p.182-200, 2015. Disponível em: <www2.ifrn.edu.br/ofs/index.php/HOLOS/article/view/2880/1143>. Acesso em: 03 ago 2016.

TSUJI, H. ; SILVA, R. H. A. **Aprender e Ensinar na Escola Vestida de Branco: do modelo biomédico ao humanístico**. 1. ed. São Paulo: Phorte, 2010. v. 2000. 232p.

WESTBROOK, R. B. John Dewey. In: WESTBROOK, R. B.; TEIXEIRA, A. **John Dewey**. Tradução: José Eustáquio Romão, Verone Lane Rogrigues. Recife: Editora Massangana, 2010. (Coleção Educadores). Disponível em: <www.dominipublico.gov.br/download/texto/me4677.pdf>. Acesso em: 04 jul 2016.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução: José Cipolla Neto, Luiz Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. **Pensamento e Linguagem**. Tradução: Jefferson Luiz Camargo; Revisão técnica: José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

APÊNDICES

Apêndice A – Descrição dos papéis e dos passos assumidos por professor e alunos na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

Tabela 1: Descrição dos papéis dos participantes do grupo tutorial

Estudante coordenador	Estudante secretário	Membros do grupo	Tutor
Liderar o grupo tutorial	Registrar pontos relevantes apontados pelo grupo	Acompanhar todas as etapas do processo	Estimular a participação do grupo
Encorajar a participação de todos	Ajudar o grupo a ordenar seu raciocínio	Participar das discussões	Auxiliar o coordenador na dinâmica do grupo
Manter a dinâmica do grupo tutorial	Participar das discussões	Ouvir e respeitar a opinião dos colegas	Verificar a relevância dos pontos anotados
Controlar o tempo	Registrar as fontes de pesquisa utilizadas pelo grupo	Fazer questionamentos	Prevenir o desvio do foco da discussão
Assegurar que o secretário possa anotar adequadamente os pontos de vista do grupo		Procurar alcançar os objetivos de aprendizagem	Assegurar que o grupo atinja os objetivos de aprendizagem
			Verificar o entendimento do grupo sobre as questões discutidas

Fonte: Borges et al, 2014

Tabela 2: Passos de um grupo tutorial

1. Leitura do problema, identificação e esclarecimento de termos desconhecidos.
2. Identificação dos problemas propostos.
3. Formulação de hipóteses (“*brainstorming*”).
4. Resumo das hipóteses.
5. Formulação dos objetivos de aprendizagem.
6. Estudo individual dos objetivos de aprendizagem.
7. Rediscussão do problema frente aos novos conhecimentos adquiridos.

Fonte: Borges et al, 2014

Apêndice B – Registro das observações durante a aplicação dos problemas

Primeiro encontro – terça-feira, 31 de maio de 2016.

(101) Antes de iniciar a aula, em conversa com a professora da turma, ela relatou que os alunos não iriam encontrar tanta dificuldade em propor hipóteses nem objetivos de aprendizagem, e que estes se aproximariam aos pensados pelo pesquisador, já que, para ela, o problema 1 mostrava-se com grau de complexidade favorável aos conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, ao passo que, os outros problemas (2 e 3) que estariam por vir, provavelmente, se mostrariam mais difíceis, uma vez que, envolve conteúdos muito específicos, como a associação de resistores e que nunca tinham tido contato com tais assuntos.

(102) A expliquei que o propósito da metodologia é justamente mobilizar os conhecimentos prévios que o aluno já possui e se eles são suficientes para responder ao problema apresentado, isso deve realçar lacunas de conhecimentos que são identificadas nos grupos com a elaboração dos objetivos de aprendizagem, e estudados no estudo autodirigido para novamente no grupo chegarem a uma solução.

(103) O pesquisador se apresentou à turma escolhida para a realização da pesquisa. A turma foi uma das 3ª séries do ensino médio do colégio Cleonice Soares Fonseca, localizado na cidade de Boquim-SE. Essa aula aconteceu no quarto horário, com duração de 50 minutos. As aulas na turma eram às segundas-feiras, no 1º horário e às terças-feiras, no 4º horário.

(104) Em seguida, o pesquisador apresentou os objetivos da pesquisa do mestrado, falou sobre a ABP ou PBL, desde a sua origem e adoção por algumas universidades, passando pelas habilidades, competências e atitudes que podem ser promovidas no seu desenvolvimento.

(105) Foi entregue a cada aluno uma folha contendo duas tabelas, ambas retiradas de Borges et al, 2014. A primeira com os papéis de cada membro no grupo tutorial e a segunda com os sete passos adotados na metodologia.

(106) Para mostrar o uso dos passos foi disponibilizado em um pedaço de papel, e lido pelo pesquisador, uma situação-problema, chamada Problema 1.

(107) Buscando explicar a natureza do problema, os alunos propuseram as seguintes hipóteses, que foram anotadas no quadro pelo pesquisador:

1. Não tem a informação da tensão no aparelho. Deveria ser ligado a tensão de 220V;
2. Problema no botão liga/desliga;
3. Bateria descarregada ou com defeito;
4. Problema na tomada ou no cabo de força;
5. Vários equipamentos ligados à mesma tomada;
6. Peça com defeito no notebook: monitor ou placa-mãe queimados;
7. André não testou o notebook antes de sair da loja.

(108) Os alunos não mencionaram a possibilidade de não haver energia elétrica, ou melhor, que havia faltado energia elétrica, assim o pesquisador sugeriu essa hipótese.

(109) Passado esse momento, o pesquisador perguntou aos alunos se teriam mais alguma hipótese. Depois reforçou a importância do papel do coordenador, secretário e demais alunos no engajamento para a formulação de hipóteses.

(110) Passou, em seguida, para a elaboração dos objetivos de aprendizagem. O pesquisador questionou os alunos no sentido deles falarem o que deveriam saber para entender melhor a situação e explicá-la.

(111) Os alunos formularam um objetivo: Estudar o que o computador precisa para funcionar.

(112) A este objetivo acrescentei o que caracteriza o computador assim como outro aparelho elétrico, como forma de deixá-lo em conformidade com o que tinha pensado como objetivo.

(113) Como a sirene havia tocado indicando o fim da aula, e por se tratar de um problema-modelo, que servisse de exemplo para que, tanto a professora como os alunos

entendessem a dinâmica de funcionamento da metodologia da ABP, listei os demais objetivos que havia formulado como necessários no momento da sua elaboração, para que os alunos pesquisassem, estudassem e trouxessem na aula seguinte, para procedermos ao fechamento do problema.

(114) Ao final, o pesquisador sugeriu que utilizassem como fonte de pesquisa, o próprio livro adotado no colégio, bem como a internet, frisando-se que era importante anotar o endereço dos sites nos quais fizessem a busca das informações.

Segundo encontro – Segunda-feira, 06 de junho de 2016.

(201) Como a aula era no primeiro horário houve um atraso para começar as atividades, visto que alguns alunos ainda estavam chegando. A aula iniciou 13h 10 min.

(202) Perguntei se os alunos haviam realizado o estudo autodirigido, a partir dos objetivos de aprendizagem deixados no encontro anterior.

(203) Nenhum dos alunos realizou o estudo autodirigido.

(204) Solicitei aos alunos para formarem grupos. Como na turma existem 47 alunos, combinamos em formar 7 grupos com 6 alunos e 1 grupo com 5 alunos, mas como nem todos os alunos vieram foram formados 5 grupos com 6 alunos, 1 grupo com 4, outro com 5. O grupo com 4 alunos foi formado por alunos que chegaram após o começo da nossa atividade. Houve demora na organização dos grupos.

(205) A professora organizou junto com os alunos as carteiras na sala para a formação dos grupos. A professora não escolheu os componentes na formação dos grupos.

(206) Com os grupos formados, lembrei aos alunos de elegerem um coordenador e um secretário.

(207) Passando pelos grupos pude notar alguns deles revendo a folha com os papéis do coordenador e do secretário.

(208) Como os alunos não haviam realizado uma pesquisa prévia, solicitei que consultassem seus livros de física.

(209) Iniciada a pesquisa e a discussão nos grupos, se verificou certo barulho.

(210) A professora percebendo que o grupo formado pelos alunos que chegaram depois do início das atividades aparentava estar disperso, conversou com os alunos e orientou como deveriam proceder, revendo os objetivos de aprendizagem e realizando a pesquisa no livro e discutindo entre eles.

(211) Como alguns alunos disseram não ter anotado os objetivos de aprendizagem, o pesquisador os reescreveu no quadro.

(212) Verifiquei que a professora foi solicitada uma vez por dois grupos e um dos componentes em cada grupo lhe fez uma pergunta.

(213) A professora me falou que o período de prova começa a partir de 11 de julho já que tinha lhe dito que gostaria de aplicar uma prova também. Perguntando se ela poderia contribuir na construção dos dois outros problemas, principalmente no sentido de elaborar os objetivos de aprendizagem para poder comparar com os objetivos que tinha elaborado, ela me falou que como trabalhava também em outra escola não dispunha de muito tempo, mas que ela poderia fazer algum ajuste e/ou fornecer alguma sugestão.

(214) A professora também me relatou que uma aluna havia lhe perguntado se os assuntos trabalhados durante a realização da pesquisa cairiam na prova. A professora ficou de esclarecer aos alunos como ficaria a avaliação.

Terceiro encontro – Segunda-feira, 13 de junho de 2016.

(301) Como aconteceu na aula da segunda-feira, 06/06, a aula demorou a começar. Essa aula é no primeiro horário e a professora (nesse caso professora e pesquisador) acharam melhor aguardar a chegada de mais alunos para começar as atividades, agora de fechamento do problema 1. A maioria dos alunos mora na zona rural e atrasam devido ao atraso do ônibus que os trazem.

(302) Mais uma vez houve demora em refazer os grupos anteriores. Oito alunos que haviam faltado na aula anterior formaram dois novos grupos (grupos 8 e 9), com cinco e três componentes, respectivamente. No grupo 3 faltaram 3 componentes.

(303) Acompanhando a professora passando nos grupos, constatamos que, exceto os grupos dos alunos que faltaram na aula anterior, os demais grupos já estavam com uma proposta de solução encaminhada, faltando fazer alguns ajustes e colocar em uma folha para entregar.

(304) Durante toda a aula houve bastante barulho.

(305) No grupo 3, em que 3 componentes faltaram, os que vieram estavam sem saber como fariam e entregariam a solução. Falaram à professora que na aula anterior já haviam elaborado a solução, mas que tinha ficado com um dos alunos que não veio; mesmo assim, estavam tentando lembrar o que já haviam feito antes. Por estarem em três, quando a professora delimitou um tempo para a entrega, eles solicitaram mais tempo, visto que estavam em número menor.

(306) Observei que uma aluna perguntou a professora sobre os assuntos para a prova, quando iriam estudar, ou quando a professora os passaria. A professora respondeu que aquelas atividades tratavam do conteúdo para a avaliação.

(307) O tempo da aula foi suficiente para que os alunos concluíssem a atividade, exceto os grupos 5 e 9. As respostas foram recolhidas. Os grupos 5 e 9 não entregaram a solução do problema, ficando para entregarem na aula do dia seguinte, 14/06.

(308) Após a aula, conversando rapidamente com a professora ela relatou que era notório que os alunos não tinham habilidades na resolução de problemas, como a administração do tempo, o estudo em casa, ou seja, a responsabilidade de ter que estudar, que apesar de estar em grupo cada componente precisa ser responsável pelo seu próprio estudo, chegando a relatar que escutou um dos alunos dizer que preferia o método tradicional. A professora ressaltou que o pouco tempo de uma aula é uma grande dificuldade para desenvolver as atividades, quaisquer que sejam.

Quarto encontro – terça-feira, 14 de junho de 2016.

(401) A professora e o pesquisador solicitaram que os alunos refizessem os mesmos grupos da aula anterior. Faltaram 3 alunos, então houve a junção de dois grupos. Esse momento de acomodação dos alunos vindos do intervalo, já que esta aula acontece no quarto horário, e a organização dos grupos levou cerca de dez minutos.

(402) A professora recolheu as duas soluções dos grupos que faltaram entregar na aula anterior.

(403) Em seguida, apresentei a ficha de avaliação do grupo, autoavaliação e do problema. A professora e eu já tínhamos distribuído as fichas. O preenchimento levou cerca de 20 minutos.

(404) Expliquei na lousa, de que forma seria o preenchimento, visto que muitos alunos estavam com dúvidas.

(405) Forneci feedback aos alunos em relação ao Problema 1, ressaltando que eles deveriam durante as discussões e estudos encontrar conceitos-chave que estão relacionados ao problema e não necessariamente em algum detalhe da situação em si, como o computador do Problema 1. Assim mencionei que os conceitos envolvidos naquela situação, que tomamos como modelo para a adaptação dos alunos, eram aparelhos elétricos (geradores e receptores), circuito elétrico e corrente elétrica.

(406) Antes da explanação, a professora e eu entregamos uma folha com o Problema 1, as possíveis hipóteses pensadas por nós e que os alunos poderiam fazer, os objetivos de aprendizagem e uma proposta de texto como possível solução.

(407) Em seguida, foi distribuído o problema 2. Lembrei-os da importância de eleger coordenador e secretário e de rever a página com os passos que entreguei no primeiro dia.

(408) Solicitei ao grupo 1 se poderia gravar as discussões. Eles permitiram.

(409) A professora transitou bastante entre os grupos relembrando que eles deveriam observar os passos.

(410) Em um momento, uma aluna a chamou e perguntou o que era bitola.

(411) Sem saber como proceder e tentando respondê-la, a interrompi e comuniquei a toda a sala que um dos passos era esclarecer os termos desconhecidos.

(412) Os alunos tiveram cerca de dez minutos para discutirem. A atividade ficou para a outra aula. A professora, porém, orientou que os alunos já fossem pesquisando algo em relação à situação.

(413) Lembrei a professora que era importante instigar os alunos a fazerem pesquisas, porém o intuito é fazer mobilizar os conhecimentos prévios e integrar os conhecimentos dos componentes do grupo durante as discussões na busca de uma solução conjunta.

(414) Na próxima aula (20/06) terá festa junina na escola e não haverá aula.

(415) Nas conversas com a professora ela sempre demonstra preocupação se o que ela diz ou pede aos alunos está de acordo ou não com a proposta e mostrava-se bastante ansiosa com os resultados. Observando os alunos eles demonstram bastante interação e discussões no grupo, apesar do barulho.

(416) No problema 2 ainda não houve mudanças nos componentes do grupo, porém, em acordo com a professora, solicitamos que houvesse mudança do coordenador e secretário.

(417) Um dos grupos perguntou se o coordenador e o secretário podiam permutar. Expliquei que nesse problema sim, porém no próximo não existe mais essa possibilidade.

Quinto encontro – terça-feira, 21 de junho de 2016.

(501) Aula de fechamento do segundo problema.

(502) Sem que a professora solicitasse, os alunos se movimentaram para organizar os grupos, ainda que, demorassem, como das outras vezes, para se acomodarem e iniciarem a atividade. Novamente faltaram estudantes.

(503) A professora comunicou que os alunos deveriam a partir dos estudos que cada um realizou, buscar propor, em grupo, uma solução para o problema.

(504) Lembrei a professora que era importante verificar se todos os grupos formularam hipóteses e objetivos de aprendizagem, visto que as atividades de discussão e solução do problema só fazem sentido a partir desses dois recursos. A professora comunicou isso aos alunos e, em seguida, saiu pelos grupos para constatar se os alunos estavam guiando seus estudos apoiados nesses meios.

(505) Nessa ida aos grupos, a professora foi chamada por um deles (grupo 5) que apresentou uma série de informações. Notei, junto à professora, que não havia a distinção das hipóteses, objetivos e solução. A professora então solicitou que verificassem novamente o problema 1, que serviu como modelo, e reforçou a importância de indicar objetivos de estudo, lembrando que isto é feito a partir de verbos como estudar, pesquisar, buscar informação sobre.

(506) Um outro grupo chamou a professora para entregar a solução final, porém, notamos a ausência dos objetivos de estudo. Uma das alunas perguntou se era para fazer tudo novamente. Conversando com a professora lembrei que os objetivos são derivados das hipóteses e que os alunos poderiam fazer e entregar em uma folha a parte. Ela conversou essa possibilidade aos alunos. Esse grupo entregou a sua proposta de solução, menos de 15 minutos depois de começar a atividade.

(507) Observando o comportamento dos alunos nos grupos, notei que alguns grupos, três ou quatro, estavam bem focados na discussão do problema, enquanto os demais, conversavam alto e riam bastante, sinalizando uma certa falta de atenção e seriedade às discussões e à resolução do problema.

(508) O grupo 8 (com 3 alunos) aparentou estar um pouco perdido.

(509) Outro grupo chamou a professora para entregar a solução e, embora tivessem listado as hipóteses e objetivos, sua solução se limitava a três linhas e apenas reforçava que havia um problema (grupo 4).

(510) Lembrei à professora a importância de uma maior discussão e formulação da resposta.

(511) A professora chamou a atenção dos grupos pelo barulho.

(512) A frequência dos alunos foi feita pela professora durante o desenvolvimento da atividade dos grupos, observando quem estava presente.

(513) Dois grupos ficaram sem entregar a atividade.

(514) A professora lembrou (pude observar isso no grupo 8) que o estudo autodirigido era importante para desenvolver a atividade em grupo, mas também, na avaliação individual.

Sexto encontro – segunda-feira, 27 de junho de 2016.

(601) Até que grande parte dos alunos chegassem e pudéssemos começar as atividades se passaram cerca de 15 minutos. Nesse tempo a professora e eu entregamos as fichas de avaliação e os que estavam presentes já começaram a realizar o preenchimento da ficha. Quando todos entregaram já era 13h 30min. Dessa forma reduzi o tempo para explicar aos alunos sobre o que era a consultoria, o tempo reservado ao estudo autodirigido e a avaliação.

(602) Em seguida, entreguei as atividades anteriores, após ter reforçado a importância de que todos no grupo deveriam anotar os problemas identificados, as hipóteses, os objetivos de estudo e a provável solução proposta pelo grupo.

(603) Recebi duas respostas de dois grupos que não entregaram na aula anterior.

(604) Atribui números de 1 a 6 aos alunos para a formação do grupo. Isso fez com que tivéssemos 5 grupos com 7 pessoas e 1 com 8. Novamente faltaram alunos. Esse procedimento foi usado para conseguir grupos com número e componentes diferentes.

(605) Distribui a terceira situação-problema e em seguida a professora lembrou aos alunos de elegerem coordenador e secretário. Lembrei que não poderiam ser quem já havia sido nas atividades anteriores. Em um grupo formado (grupo 2), apenas uma aluna não havia sido nem coordenador nem secretário nas últimas atividades, acabando por assumir a coordenação. O secretário teve que ser eleito entre os que já haviam assumido uma das funções.

(606) Restou cerca de 8 min para iniciar a abertura do problema. A professora lembrou que de posse do problema os alunos já podiam ir pensando e estudando algo sobre o assunto para a discussão no dia seguinte. A aula terminou.

(607) Conversando com a professora após a aula ela falou que os alunos estão preocupados com a avaliação, de que forma será. Ela disse aos alunos que a prova seria individual e que levaria em conta a forma como estava acontecendo os trabalhos no sentido de aproveitar os conhecimentos dos seus estudos individuais e em grupo.

(608) A professora pediu que eu elaborasse a prova tendo em mente que deveria valer seis (a escola e a professora adota 6 pontos para a prova e os demais pontos são atribuídos nas atividades desenvolvidas durante o bimestre). Falei que estava analisando questões do ENEM e que adaptaria pedindo que os alunos justificassem as respostas marcadas. A professora cogitou em adiantar a avaliação, visto que fazendo dia 12 deveria entregar os resultados no dia seguinte, uma vez que o semestre letivo na escola termina no dia 15 de julho. Fiquei para dar a resposta na aula seguinte, amanhã, 28/06. Além de elaborar as questões, a professora me pediu para esclarecer como será a avaliação.

Sétimo encontro – terça-feira, 28 de junho de 2016.

(701) Os seis grupos se organizaram (3 grupos com 7 alunos, 2 grupos de 6 e 1 grupo com 8). Faltaram alguns alunos.

(702) Poucos minutos depois do início das atividades nos grupos, o grupo 1 me chamou para entregar a solução final. Então falei que a aula destinava-se para a formulação de hipóteses e objetivos de aprendizagem. Isso foi reforçado pela professora nos demais grupos e

também, que depois do estudo autodirigido, todos no segundo momento (fechamento) deveriam contribuir para a construção da resposta e não apenas um ou outro aluno, trazendo a resposta já de casa.

(703) Foi o que aconteceu no grupo 1, uma aluna me disse que já havia pesquisado em alguns sites e que “tinham” chegado naquela resposta. Perguntei se os demais tinham pesquisado e um dos alunos falou que havia contribuído com os conhecimentos que possuía. Lembrei que no primeiro momento eles deveriam usar seus conhecimentos prévios e cotidianos para proporem hipóteses e os objetivos de aprendizagem, mas que a partir do estudo autodirigido deveriam se apoiar em fontes que trouxessem as teorias e os conhecimentos físicos sobre o problema estudado, que não podiam apenas fundamentar suas respostas nos seus conhecimentos cotidianos. Alerttei-os também em compor um texto-solução e não somente apresentar tópicos isolados.

(704) Um aluno de outro grupo me perguntou quando entregaria a resposta do segundo problema. Respondi para ele que não iria entregar e que só entreguei a do primeiro para servir como um modelo. Conclui dizendo que não existe uma resposta correta, mas na resposta deve conter os conceitos necessários e relacionados ao problema em estudo.

(705) Faltando 5 min para terminar a aula, a professora pediu que os alunos parassem a atividade para que eu trouxesse alguns avisos com relação à avaliação, conforme havia me pedido antes. Falei que a avaliação se daria por meio de uma prova escrita, com questões estilo a do ENEM, de múltipla escolha, mas com a justificativa da escolha feita.

(706) Antes de falar sobre a avaliação, anotei no quadro cinco sites como referência para as pesquisas.

Oitavo encontro – segunda-feira, 04 de julho de 2016.

(801) A aula começou efetivamente às 13h 10 min com os alunos em seus lugares (disposição das cadeiras em filas). Faltaram 4 alunos. O tempo dessa aula foi garantido para os alunos realizarem em sala o estudo autodirigido. Lembrando que os alunos poderiam consultar a professora com relação aos assuntos trabalhados. Alguns alunos preferiram não se organizar em grupos.

(802) Uma aluna chamou a professora para mostrar e confirmar os assuntos que ela acreditava que tinha estudado com os problemas. Ressaltou que não havia estudado associação de geradores. A professora confirmou para ela os assuntos que listou. A aluna perguntou também a professora sobre as unidades de tempo, transformação para horas e a própria unidade de energia kWh e a professora mostrou como fazia, utilizando um exemplo do livro que a própria aluna estava vendo.

(803) Com relação ao que a aluna falou, que não havia visto associação de geradores, fiquei pensando que deveria ter um outro problema que tratasse ou deixasse esse tema mais explícito. Deixasse, porque a ideia do problema é fazer o aluno estudar não apenas aquilo que está intimamente ligado ao problema, mas suas conexões. Assim ao estudar associação de resistores que foi trabalhado em um dos problemas, o aluno poderia estender seus estudos para a associação de geradores, não esperar que o problema ou o professor limitem e indiquem o assunto estudado. No que se refere à inclusão ou falta de um determinado assunto, isso é um dilema entre o problema ser superficial ou cheio de informações. Acredito que nesse ponto a curiosidade e interesse do aluno em buscar mais do que o problema pede é aquilo que queremos que aconteça.

(804) Um outro aluno chamou a professora para apresentar as pesquisas que tinha feito. Explicou a professora que havia tido um aumento no valor da energia elétrica e explicou as razões, entre elas o ICMS, sugerindo inclusive hipóteses para a redução da conta levando em consideração os impostos. A professora percebeu na fala dele sempre o “eu” pesquisei, busquei, fiz... e o lembrou que no momento do fechamento do problema e apresentação da solução todos deveriam colaborar.

(805) Uma outra aluna também chamou para mostrar alguns objetivos de aprendizagem para o problema 3. Mais uma vez a professora ressaltou a importância do trabalho em grupo e a aluna falou que ia se reunir com o grupo, até mesmo fora do horário da aula, para que, amanhã (05/07) dia do fechamento do problema, já chegassem com tudo organizado (Os dois últimos alunos citados, pertenciam ao mesmo grupo; notei isso com a formação dos grupos no dia seguinte – 05/07).

(806) Até 13h 20min ainda chegavam alunos. Os alunos não sabiam muito bem como agir no estudo autodirigido. A professora andou por toda a sala procurando verificar as ações dos alunos. Certo grau de conversas foi notado.

(807) A professora observou que uma aluna estava fazendo outra atividade de outra matéria.

(808) Conversando com a professora, desta vez no transcorrer da aula, expus como ninguém havia perguntado algo como resolver os cálculos. Ela me falou que um aluno perguntou, já que havia acessado um simulador que apresentava o valor final da fatura da conta de energia elétrica, mas que não sabia como chegar naquele valor. A professora então indicou a parte do livro que o aluno poderia encontrar aqueles cálculos.

(809) Logo depois que começaram os estudos autodirigidos, a professora passando pelos grupos perguntou se haviam entendido a proposta do estudo autodirigido e que era importante que havia tempo para isso já que uma semana depois (12/07) eles fariam prova. Um dos alunos relatou que percebeu a importância do seu estudo e que ainda não havia percebido isso, já que no primeiro problema ninguém anotou nada, apenas o secretário para entregar a resposta. A professora lembrou que as respostas tinham sido devolvidas e que os alunos poderiam ter acesso para copiar ou tirar fotos da resposta (sugestão do estudante) para poder estudar.

(810) Comentei com a professora que os alunos eram comportados e a professora completou que gostava da turma porque grande parte era comprometida em estudar que foi o que a fez indicar a turma para a pesquisa. Havia bons alunos nas outras turmas, porém aquela 3ª série reunia bons alunos e muitos comprometidos em realizar as tarefas que a professora passava.

(811) É claro que a professora lembrou que havia aqueles que se encostavam nos outros. Acreditava que conseguiríamos 40% de bom resultado com a proposta. Ela acredita que em termos de respostas discursivas os alunos se saíam bem, embora o discurso seja com as próprias palavras deles, ou seja, é provável que não usem os termos/conceitos físicos.

Nono encontro – terça-feira, 05 de julho de 2016.

(901) Faltaram 2 alunos. Os seis grupo se reuniram. Três grupos com 8 (grupos 1, 3 e 5) e 3 grupos com 7 (os grupos 2, 4 e 6).

(902) Notei que o grupo 2 não estava discutindo (o grupo 2 é o grupo dos dois alunos citados no relato anterior). Eles já trouxeram uma resposta para entregar.

(903) Em todos os grupos a maioria dos alunos está calado, sendo que apenas alguns alunos está realizando a conclusão da atividade.

(904) A professora lembrou às 16h10 min que ainda haveria a avaliação com uso da ficha, por isso os alunos precisavam entregar em tempo para que ocorresse a avaliação.

(905) No grupo 1 os alunos estavam discutindo outros assuntos e uma das alunas (provavelmente a secretária) estava escrevendo algo. Transcrevia respostas individuais que estavam em outras folhas, perguntando aos colegas que as fizeram quando não entendia alguma palavra.

(906) A professora observa a turma.

(907) O grupo 2 me perguntou se era para indicar a fonte de forma específica, ou bastava indicar livro ou internet. Falei que era para indicar de forma específica.

(908) Notei que o comportamento do grupo 3 era igual ao do grupo 1. Já nos grupos 4, 5 e 6 os alunos demonstravam maior participação.

(909) Uma aluna do grupo 5 chamou a professora para tirar uma dúvida sobre transformação de watts para quilowatts e de segundos para horas. A professora mencionou a mesma transformação que fazia com o quilograma.

(910) O grupo 3, apesar dos componentes entregarem a ficha de avaliação, não entregou a folha com as hipóteses, objetivos e solução no período da aula. Aguardei o horário seguinte para receber, já que como eles falaram que faltava pouco para terminar e que dava

para entregar, a professora pediu para que eles entregassem. Fiquei aguardando. Eles entregaram.

Décimo encontro – segunda-feira, 11 de julho de 2016.

(1001) Quando a professora e eu chegamos à sala, havia poucos alunos. O ônibus que traz os alunos dos povoados quebrou e alguns alunos demoraram a chegar.

(1002) A professora lembrou aos alunos que aquele dia seria para que eles tirassem suas dúvidas e reforçassem seus estudos, pois no dia seguinte haveria prova. Muitos alunos perguntaram qual o assunto que deveriam estudar. A professora indicou para os alunos estudarem os capítulos 3 e 4 do livro-texto utilizado pelos alunos.

(1003) Os alunos não se organizaram em grupos e havia um barulho e agitação maior que nas aulas anteriores. O motivo da agitação era porque ia acontecer prova de português e química nos horários seguintes e com isso os alunos estavam mais preocupados com essas provas do que com o momento em tirar dúvidas com a professora sobre os conteúdos que eles tinham estudado. Observamos também que alguns alunos estavam com a cabeça baixa sobre as carteiras.

(1004) A professora andou pela turma verificando o que os alunos faziam e três vezes apenas foi solicitada para responder algo. Em vários momentos ela lembrou que aquele era o momento para tirar as dúvidas.

(1005) Cinco minutos antes do término da aula chegaram os 12 alunos ausentes.

(1006) Mais uma vez, os alunos perguntaram a professora como seria a prova e a professora me pediu que explicasse como seria o formato da prova. Em relação à pontuação, a professora reforçou à turma que a prova valeria 6 pontos e que os demais seriam das atividades desenvolvidas. Acordamos que a autoavaliação e a avaliação entre pares valeria 4 pontos.

Décimo primeiro encontro – terça-feira, 12 de julho de 2016.

(1101) Aplicação da prova. A prova foi aplicada no 4º e 5º horários. O último horário foi cedido pelo professor para que os alunos continuassem a responder a prova.

Apêndice C – Transcrição dos áudios

Transcrição da gravação do Grupo 1 na abertura do Problema 2 em 14/06/16

01 – Aluno 1: Então o problema seria basicamente no circuito elétrico. A gente precisa pesquisar a função da tomada, o local onde ela ficaria, o interruptor, soquete, as lâmpadas.

02 – Aluno 2: A função...

03 – Aluno 1: É... tudo, tudo que tem aqui. A função, se ela foi colocada de maneira correta. Alguma ligação no circuito tinha.

04 – Aluno 3: Ligação direta entre as lâmpadas.

05 – Aluno 4: É isso mesmo.

06 – Aluno 5: O eletrodoméstico disparava na cozinha ao mesmo tempo uma pessoa tava tomando banho e o chuveiro elétrico desligou, parava.

07 – Aluno 1: Então isso quer dizer que a rede tava fraca. O problema mesmo é na instalação, a forma que ela foi instalada foi errada, até porque ele acabou de falar que não é um eletricista profissional. Aí você vai fazer um curto-circuito com o cara que não é profissional?

08 – Aluno 5: Então o problema está no cara.

(Risos)

09 – Aluno 1: Ou chamar profissionais.

10 – Aluno 4: Explica aí esse negócio vá, esse problema.

11 – Aluno 3: Poderia ser o fato de ele ter feito uma rede com muitas tomadas e muitos aparelhos e uma rede baixa.

12 – Aluno 1: Sobrecarregou, sobrecarregou.

13 – Aluno 4: Entendeu agora Aluno 6?

14 – Aluno 6: Sim.

15 – Aluno 1: Vamos lá, vamos por ordem.

16 – Aluno 4: Explica esse negócio todo Aluno 1.

17 – Aluno 1: João depois de concluir a construção da sua casa decidiu contratar um electricista para fazer a instalação, aí o primo dele se ofereceu para realizar o trabalho, mas ele não era profissional. Ele se meteu.

(Risos)

18 – Aluno 1: Aí José pediu a João que comprasse cabinhos com diferentes milímetros de bitolas, tomadas, interruptores, soquetes e lâmpadas. Aí no caso agente teria que pesquisar a função.

19 – Aluno 3: Acho que poderia ser isso, bitolas diferentes.

20 – Aluno 1: Vamos separar. Cada um vai pesquisar alguma coisa e depois a gente... a gente pode fazer um grupo, no WhatsApp, e aí a gente vai discutir o trabalho lá, é bem melhor. Bote assim, pesquisar sobre tomadas e interruptores, soquetes e lâmpadas.

21 – Aluno 3: Bitolas.

22 – Aluno 1: É, bitolas... e a função deles no circuito elétrico.

23 – Aluno 2: Os cabos coloridos? É Aluno 3?

24 – Aluno 3: Eu acho que poderia ser bitola. Eu falo isso porque minha mãe comprou uma casa recente e quando ela foi fazer a instalação cada fio ele tem uma cor e um tamanho diferente: o fio branco ele é mais grosso que o fio vermelho que é mais grosso que o fio azul e eu acho que isso deve ser bitola.

25 – Aluno 1: No caso, cada cor tem sua função.

26 – Aluno 5: Concluindo o serviço...

27 – Aluno 1: Seria bom fazer um desenho de um circuito elétrico ideal e de como provavelmente esse circuito elétrico estava pra comparar, entendeu? Aí quando a gente desenhar a gente vai ver... porque são hipóteses... essa coisa poderia estar aqui.

28 – Aluno 2: A gente faz uma espécie de modelo como deveria ser o circuito.

29 – Aluno 1: Aí faz o modelo de como deveria ser o circuito e como no caso está apresentando, entendeu? A gente tem que pesquisar na internet justamente este problema

quando duas lâmpadas acendem e apagam no mesmo lugar, aí na hora que a gente for fazer o desenho aí vai fazer essa representação ligação direta.

30 – Aluno 2: Mas a gente não sabe se é ligação direta ao certo.

31 – Aluno 1: Então... a gente vai pesquisar pra saber como é o desenho.

32 – Aluno 2: Então, no caso uma possível hipótese, a primeira possível hipótese é que há uma ligação direta na casa.

33 – Aluno 5: Está falando que quando um eletrodoméstico na cozinha está ligado e quando uma pessoa vai utilizar o chuveiro elétrico o disjuntor disparava, então o problema é no conjunto.

34 – Aluno 1: A corrente elétrica pode estar muito fraca pra todos os aparelhos da casa. O disjuntor disparava...vamos procurar o que é isso... sua função, como é, por que o disjuntor dispara? Pronto se a gente descobrir os motivos que fazem ele disparar a gente descobre o problema.

35 – Aluno 2: Pesquisar corrente elétrica também, né?

36 – Aluno 3: Eu acho que deve pesquisar as semelhanças entre esses problemas tanto da ligação direta das lâmpadas quanto do motivo para ele disparar.

37 – Aluno 1: É, porque se ele dispara deve ser por causa dessa ligação direta. Ah... procure o que são essas ligações elétricas.

Transcrição da gravação do Grupo 1 no fechamento do Problema 2 em 21/06/16

01 – Aluno 1: Bitola é a grossura do fio.

02 – Aluno 1: Bitola é isso, olhe... é a grossura do cabo... Parece que quanto mais grosso, mais elétrons vai passar e a corrente vai ser mais forte, entendeu? Ai tem um número certo. Então, uma hipótese seria que ele não comprou, não instalou direito a bitola correta. Porque ele falou cabinhos com diferentes milímetros de bitola. Talvez ele não tenha feito a instalação correta, com o fio correto.

03 – Aluno 1: Também tem a questão que o problema dizia que quando um acendia o outro também acendia. Isso é chamado de ligação... Uma ligação direta e pra resolver esse problema ele teria que instalar uma tomada... Tem aqui o nome...

04 – Aluno 4: Ei você salvou o lugar onde você pesquisou né? Não? E como você vai saber?

05 – Aqui em cima. (Demais alunos)

06 – Aluno 1: Mais aqui não é o site correto, o site em si.

07 – Aluno 5: Site google.

08 – Aluno 1: Aí ele teria que instalar uma tomada que faria esse trabalho aqui, olhe. Eu tirei vários prints de instalações. Duas tomadas ligadas a uma fonte só, a um interruptor só, entendeu?

09 – Aluno 3: Então o erro de uma luz acender e a outra luz acender está na instalação da tomada?

10 – Aluno 1: É na instalação mesmo. Aqui estaria um esquema de uma ligação que seria normal, seria uma tomada... Está vendo que ela está ligada por essa mesma fase e passa por um fio neutro... e tem um nome também que eles dão para quando você, por exemplo, eles até deram um problema aqui, está aqui no começo.

11 – Aluno 5: Sobre a questão que ela tinha falado, do fio, da bitola... Aqui tem falando, que quando um fio... Que um fio fino possui uma resistência maior que um fio mais grosso.

12 – Aluno 1: Invés de ele ter instalado o mais potente ele instalou o mais fraco. Aí se ele instalou o mais fraco ela não suportou ligar a tomada e tudo, entendeu? E esses aparelhos acabaram sobrecarregando.

13 – Aluno 1: O disjuntor... Ele dispara, é tipo um alarme que tem para identificar quando há sobrecarga. Aí quando há muita sobrecarga esse disjuntor ele dispara como sinal de segurança que algo está errado... Cada disjuntor tem uma potência, por exemplo, um disjuntor de 1000 watts, aí todos os aparelhos da casa ligados aquele disjuntor tem que dar aquele valor, se der maior ele vai disparar, vai haver sobrecarga. O caso que ele apresentou aqui foi o do chuveiro elétrico, não foi?

14 – Foi. (Demais alunos)

15 – Aluno 1: De todos os eletrônicos que podem está ligados, o chuveiro é o que tem mais carga, é o que mais consome, na pesquisa que eu fiz. Vem dizendo que ele é o que mais consome... Aqui.

16 – Aluno 1: No caso dessa instalação elétrica ela pode está fora dos padrões técnicos e isso pode ter agravado o circuito do chuveiro, por isso ele ficou sobrecarregado. Então o erro foi na instalação...

17 – Aluno 1: O que vai determinar a quantidade de carga, de corrente que vai passar é a bitola. A corrente vai ser passada por ela. Então pode ter ocorrido isso, esse erro.

18 – Aluno 1: A questão do disjuntor disparar é a sobrecarga, poderia ter vários eletrodomésticos ligados a mesma tomada ou a quantidade de eletrodoméstico na casa ligado ao disjuntor.

19 – Aluno 5: É bom ir anotando, né não? Ir anotando logo?

20 – Aluno 1: Deveria, por exemplo, pode ter dois disjuntores na casa. A rede estaria ligada a esse disjuntor. Aí se sobrecarregou ele deveria ter comprado outro disjuntor e ligar os outros aparelhos a essa rede nesse disjuntor. Porque os dois iam agüentar a carga da casa... Porque um só não agüenta porque são muitos aparelhos.

(Silêncio no grupo)

21 – Aluno 1: Aqui vem dizendo que o disjuntor é um dispositivo de segurança que desarma toda vez que sua capacidade é ultrapassada.

22 – Aluno 2: Vamos lá...hipóteses.

23 – Aluno 1: O disjuntor dispara porque está passando por ele mais corrente do que ele suporta, isso é um mecanismo de proteção para sua residência para evitar acidentes ou curtos-circuitos.

24 – Aluno 1: Então, o problema está nesta instalação que foi feita de forma errada, talvez esses fios de bitolas não tenham sido instalados da maneira correta e também ele pode não ter optado por um interruptor isolado que eles falam que é, tipo, se eu quero ligar uma tomada, eu quero fazer uma ligação para essa tomada...eles vem falando justamente em um problema, eu vou ler. (lendo) Aqui, olhe, por exemplo, num sobrado tem uma escada que liga os cômodos de baixo com os de cima, no meio da escada tem uma lâmpada. Ai numa noite escura você quer acender a lâmpada embaixo, subir a escada e apagá-la em cima. Outro exemplo, você tem um corredor em sua casa e quer colocar uma lâmpada no meio de modo que possa acender no começo e apagar no final, ou seja, não ter só um interruptor que possa ligar, entendeu? Então isso é um interruptor paralelo, que ele funciona pra ser isolado... a partir de dois interruptores ligar uma lâmpada só então pode ter acontecido isso, ele não optou pelo interruptor paralelo . Houve essa ligação direta e essa lâmpada acabou acendendo, tipo as duas lâmpadas estavam ligadas no mesmo interruptor, entendeu? Houve uma ligação direta entre as lâmpadas.

25 – Aluno 1: E ele disparou porque houve sobrecarga, muitos aparelhos ligados pra um disjuntor só. Eu pesquisei só isso.

26 – Aluno 3: A primeira hipótese foi que os cabos não foram colocados da maneira correta.

27 – Aluno 1: Coloque assim... Na bitola passa uma quantidade de elétrons, na bitola circula uma quantidade de elétrons e isso faz com que dentro eles se aquecem devido ao atrito dos elétrons em seu interior, no entanto, ele tem um limite para se aquecer, se esse limite ultrapassar, essa bitola, esse material será deteriorado.

28 – Aluno 1: O fio não tem a parte isolante? O colorido dele, aquela parte que reveste e dentro é que tem o fio em si. Aí no caso, o aquecimento faz com que derreta e apareça a parte do cobre. Se ele entrar em contato com algum outro fio vai haver interrupção ou conexão com alguma outra lâmpada. Entendeu? Porque ele ficou descoberto e tocou com outro fio.

29 – Aluno 6: É tanto que às vezes, quando lá em casa, papai tirou o interruptor ... e tava separada.

30 – Aluno 1: Então, no caso, se isso aconteceu qual seria... ele desligar tudo, cortar essa parte de cobre e juntar de novo essa parte que não foi derretida ou fazer como seu pai fez dá uma enrolada para não haver contato com o outro fio.

31 – Aluno 5: Então, traduzindo essa história toda.

32 – Aluno 3: Chegar aqui e dizer que o problema é o aquecimento da bitola?

33 – Aluno 6: Pode ser que a bitola tenha se deteriorado.

34 – Aluno 1: Pode ser que a parte isolante da bitola tenha se deteriorado por causa do aquecimento do atrito dos elétrons.

35 – Aluno 2: A parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada.

36 – Aluno 1: Você bota hipóteses e na mesma ordem você coloca a solução. Aí a solução seria o quê? Cortar a parte do cobre...

37 – Aluno 4: Mais abaixo Aluno 1 coloca a solução.

38 – Aluno 2: Tem mais alguma hipótese?

39 – Aluno 1: A instalação da lâmpada.

40 – Aluno 3: Tenha sido feita por ligação direta.

41 – Aluno 1: É, ele não optou por um interruptor paralelo.

42 – Aluno 3: Tipo, como tem com o ventiladores do primeiro bloco.

43 – Aluno 5: Quando um liga todos ligam. É ligação direta.

44 – Aluno 2: Mais hipóteses ...

45 – Aluno 1: Aí no caso foi preguiça do eletricista em fazer outra ligação.

46 – Aluno 5: Ou o fato de João não ter escolhido um eletricista melhor, né?

(Risos)

47 – Aluno 6: Uma hipótese poderia ser o disjuntor, ele poderia ter sido instalado de maneira incorreta.

48 – Aluno 1: Não. Por que, na verdade, o disjuntor... ele só avisa, ele é só um sistema de segurança.

49 – Aluno 1: Cada disjuntor tem uma carga que ele suporta.

50 – Aluno 5: Quando passa, ele vai lá...

51 – Aluno 1: Esse disjuntor suporta 5000 volts, aí uma tomada tem 100, outra tem 200, aí um chuveiro tem sei lá 800, aí quando soma tudo ligado a esse disjuntor, toda a ligação vai para esse disjuntor, todos os aparelhos vai para esse disjuntor, é ele que vai acionar. Se isso passar ele vai apitar avisando para desligar um aparelho ou instalar outro disjuntor e ligar o restante dos aparelhos para não haver sobrecarga. Ele só avisa, ele é um sistema de segurança.

52 – Aluno 1: (Lendo) Aqui vem falando olhe... mas você não pode substituir os disjuntores sem antes avaliar os... o disjuntor funciona como um guarda-costas da instalação elétrica. Ele desliga toda vez que sua capacidade é ultrapassada. Ouviu? Ele avisa e desliga.

53 – Aluno 1: Hipóteses... O disjuntor disparou porque houve sobrecarga.

54 – Aluno 6: Então a solução seria... comprar outro disjuntor ou arrumar a fiação da casa.

55 – Aluno 2: Primeira hipótese os tamanhos das bitolas não foram escolhidos de forma adequada. A solução para isso, desligar a rede elétrica da casa e trocar a fiação.

56 – Aluno 2: Segunda: a parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada. A solução é cortar a parte exposta e fazer a junção dos fios.

57 – Aluno 2: A terceira hipótese é ligação direta. E a solução seria a instalação de um interruptor paralelo ou fazer uma ligação para cada um.

58 – Aluno 2: A quarta hipótese é o disjuntor sobrecarregou por isso disparou. A solução seria a instalação de mais um disjuntor pra casa ficar com dois.

59 – Aluno 2: E a outra hipótese seria a falta do fio terra e a solução para isso seria a instalação do fio terra.

60 – Aluno 1: Se você não tem fio terra, você tem sobrecarga, e se você tem sobrecarga, o disjuntor dispara. Uma coisa leva a outra.

61 – Aluno 5: E a gente pesquisou também como seria uma instalação correta e uma errada. Então, os objetivos de aprendizagem foram...

62 – Aluno 1: O objetivo de aprendizagem foi pesquisar uma instalação de maneira incorreta e uma correta pra gente comparar.

(Os alunos repetem no grupo o objetivo de aprendizagem dito anteriormente para a secretária escrevê-lo)

63 – Aluno 5: O que era bitola, o que era ligação direta e por que o disjuntor disparava.

64 – Aluno 2: Outro objetivo foi...

65 – Aluno 6: Pesquisar o que era bitola.

66 – Aluno 1: E a função.

67 – Aluno 1: Achei interessante, eu gostei mais desse problema do que do outro.

68 – Aluno 4: Depois dos objetivos tem mais alguma coisa?

69 – aluno 2: Nós pesquisamos porque o disjuntor disparava.

70 – Aluno 5: O que era uma ligação direta.

71 – Aluno 1: Como era uma ligação direta e o interruptor paralelo.

72 – Aluno 2: O que é uma ligação direta.

73 – Aluno 5: Saber como uma rede elétrica

74 – Aluno 1: Uma instalação elétrica funciona?

(A secretária recapitula todos os objetivos de aprendizagem)

75 – Aluno 3: A forma de instalação correta e incorreta.

76 – Aluno 5: O que seria o interruptor paralelo.

77 – Aluno 1: E, o que causou a sobrecarga, a sobrecarga foi causa por vários aparelhos ligados e a falta do fio terra e como ocorreu a sobrecarga.

78 – Professor: Aqui está finalizando?

Os alunos respondem que sim.

Transcrição da gravação do Grupo 5 na abertura do Problema 3 em 28/06/16

01 – Aluno 1: No caso, esse item aí, modo de espera, né? Aí no caso seria quando a pessoa terminasse de usar um aparelho eletrônico fosse lá e tirasse da tomada.

02 – Aluno 2: Isso. Tem que tirar.

03 – Aluno 1: Para economizar mais energia.

04 – Aluno 2: Isso.

05 – Aluno 1: E você colocou também que por a maioria dos aparelhos dela serem antigos eles consomem mais energia?

06 – Aluno 2: Isso.

07 – Aluno 1: E pode colocar também que os hábitos do pai e dos filhos...

08 – Aluno 2: Eu coloquei que o marido e os filhos gastam muita energia.

09 – Aluno 1: Agora os objetivos de aprendizagem que a gente procurou saber.

10 – Aluno 1: Se realmente os aparelhos antigos gastam muita energia.

11 – Aluno 2: Eu pesquisei e gasta mesmo.

12 – Aluno 3: Gasta.

13 – Aluno 3: Aí vai precisar trocar todos os aparelhos.

14 – Aluno 1: Por novos.

15 – Aluno 2: E também a questão de conscientização porque se trocar eles vão continuar gastando do mesmo jeito.

16 – Alunos: É.

Os alunos fazem brincadeiras sobre a conscientização do marido e dos filhos no uso da energia elétrica.

17 – Aluno 1: E você falou o quê sobre a fiação?

18 – Aluno 4: É que pode ter defeito porque a... fuga de corrente são as emendas de fios mal feitas e que consome muita energia, não funcionam, e porque você pode levar até um choque e consomem muita energia.

19 – Aluno 1: Está bom... Você anotou secretária?

20 – Aluno 2: Anotei, só falta passar a limpo.

21 – Aluno 1: Então... passe a limpo. Primeiro são os objetivos, né?

22 – Aluno 2: Primeiro as hipóteses...

23 – Aluno 1: Sim, primeiro as hipóteses, depois os objetivos e depois a solução.

24 – Aluno 1: É bom a gente fazer uma solução para cada hipótese, né não? Como a gente fez no trabalho que eu fiz no outro grupo. Um modo de funcionamento é repassado para outra situação. Aquilo que foi feito em grupo é capaz de fazer só.

25 – Aluno 3: Eu acho que só vai ter solução no uso dos aparelhos e da contribuição.

26 – Aluno 1: Sim, mas se o problema for com a fiação? Porque vem falando, você fez uma pesquisa e vem falando né?

27 – Aluno 4: É.

28 – Aluno 1: E vem falando que pode ter um problema e seria trocar a fiação.

29 – Aluno 3: Isso vai ser hipótese?

30 – Aluno 1: A hipótese é problema na fiação.

31 – Aluno 1: E a solução é trocar a fiação.

(Risos e conversas fora do assunto)

32 – Aluno 1: Você coloque hipóteses.

Silêncio no grupo. A secretária escreve a palavra hipóteses.

33 – Aluno 1: A primeira hipótese é a questão dos aparelhos antigos.

34 – Aluno 1: Sim, como é que a gente coloca? O aluno demonstra a necessidade da ajuda dos outros alunos para realizar a tarefa.

35 – Aluno 2: Coloca aparelhos antigos que consomem muita energia, né não?

36 – Aluno 3: É.

37 – Aluno 1: É.

(Conversas fora do assunto)

38 – Aluno 2: E a outra hipótese?

39 – Aluno 5: Da fiação.

40 – Aluno 1: Como foi que você colocou? Deixe eu ver a pesquisa que você fez.

41 – Aluno 1: Você pesquisou... qual foi o site?

42 – Aluno 4: Eita!

43 – Aluno 1: Google.

44 – Aluno 1: Você pesquisou foi no livro, você se esqueceu foi?

45 – Aluno 4: Ah é. Me lembrei agora.

(Risos)

46 – Aluno 1: Aí, no caso aqui são dicas de economia?

47 – Aluno 4: Isso.

48 – Aluno 1: Aqui tem assim... fuga de corrente.... emendas de fios mal feitas, fios desencapados e isolamentos desgastados causam fuga de corrente e choques ... aparelhos em standby by devem ser retirados da tomada. Mas, tipo... se esses fios foram colocados mal feitos eles gastam muita energia?

49 – Alunos: Gastam.

50 – Aluno 5: Tem gente que pega para completar o cabo... a tomada de um e o fio de outro, aí gasta muita energia.

51 – Aluno 1: Então coloca instalação de fio mal feita.

52 – Aluno 1: É só esse problema com a fiação, né? E a outra hipótese...

53 – Aluno 2: Aí coloca fiação mal feita?

54 – Aluno 1: Instalação da fiação mal feita.

55 – Aluno 5: E também aquela que eu falei... Ah! Mas está relacionada a isso mesmo... O gasto exagerado de energia, deixar a tomada acesa... Conectada... Luzes acesas.

(Silêncio no grupo)

56 – Aluno 1: Como o uso dos aparelhos elétricos influenciam na conta?

57 – Aluno 1: É essa questão... O modo de espera... Não foi isso que você falou? De você usar e deixar lá na tomada. Porque eles acham que quando não está funcionando, estando na tomada não gasta energia.

58 – Aluno 2: Mas gasta.

59 – Aluno 1: Então, no caso vai ter que tirar.

60 – Aluno 3: Não, vai ter que deixar.

61 – Aluno 1: Por que o problema não é com a fiação.

62 – Aluno 3: Então, é por isso que deve ficar.

63 – Aluno 1: A fiação não tem nada a ver.

64 – Aluno 2: Com a hipótese?

65 – Aluno 1: É ... porque ele tá só querendo saber dos aparelhos elétricos.

66 – Aluno 2: E agora?

67 – Aluno 1: Você arranca a folha.

(Brincadeiras e risos)

68 – Aluno 2: Sim, aí coloca aparelhos... aparelhos antigos coloca também.

(Risos)

69 – Aluno 1: Hipótese... mal uso de aparelhos elétricos, não é bem isso, não é bem o mal uso... é tipo você usar o aparelho e não saber, tipo, tirar da tomada, entendeu?

70 – Professora: Está parecendo que você não é do grupo.

71 – Aluno 8: Não professora estou de boa aqui.

72 – Aluno 3: Ela participa muito. (Tom irônico)

73 – Aluno 1: É bom anotar isso aí, isso que ele (pesquisador) tá colocando no quadro.

Os alunos seguem conversando outros assuntos fora do problema.

74 – Aluno 1: Olhe, aqui no livro tem falando, olhe... Quem trouxe o livro?

75 – Aluno 1: Ninguém?

76 – Aluno 5: Eu trouxe. Que página?

77 – Aluno 1: (Lendo trecho do livro) Quando se menciona o consumo de energia elétrica de um aparelho falamos da quantidade de energia elétrica que os aparelhos utilizam durante um período de tempo que permanecem ligados. O consumo energético dos aparelhos elétricos pode ser calculado com as expressões de potência. Vejamos... ói tá falando do chuveiro elétrico.

78 – Aluno 2: Pode colocar o chuveiro elétrico?

79 – Aluno 2: Sim, no caso, chuveiro elétrico... Geladeira, pode colocar? Pode né?

80 – Aluno 3: Pode. Geladeira velha...

81 – Aluno 1: Mas não precisa especificar o chuveiro elétrico... os aparelhos estão com defeito ... estão consumindo muita energia, a gente acha que por eles serem antigos.

Um dos alunos fala algo mas não é possível compreender.

82 – Aluno 2: Aqui olhe, quando se menciona o consumo de energia elétrica de um aparelho informamos a quantidade de energia elétrica que esse aparelho utiliza durante o período de tempo em que permanece ligado.

83 – Aluno 2: O certo é usar e depois de usar desligar... Mesma coisa é com água.

84 – Aluno 6: Mas só não pode desligar a geladeira.

85 – Aluno 1: Diz aí de exatas.

86 – Aluno 3: Esse é mais de humanas do que de exatas.

87 – Aluno 1: Não é não.

88 – Aluno 4: No caso ele está querendo saber só dos aparelhos elétricos ou do aumento de energia dela?

89 – Aluno 4: Por que se colocar conta de energia envolve várias coisas, mas se for só dos aparelhos é, tipo, só a geladeira ...

90 – Aluno 1: A quantidade de energia que um aparelho elétrico antigo utiliza é que vai fazer com que o preço aumente ou não, né isso?

91 – Aluno 4: É.

92 – Aluno 1: Então pense na hipótese minha gente, a ideia eu dei.

93 – Aluno 1: Então coloque, há problemas com os aparelhos elétricos.

94 – Aluno 6: São quantas hipótese que tem que colocar?

95 – Aluno 6: Bote duas.

Silêncio e depois risos e conversas fora do assunto do problema.

96 – Aluno 1: Botou o quê Aluno 2?

97 – Aluno 2: Aparelhos antigos.

98 – Aluno 1: Sim, tem o que com os aparelhos antigos?

99 – Aluno 2: Por eles serem antigos eles consomem mais energia... É o problema.

100 – Aluno 1: Por eles serem velhos eles consomem mais energia.

101 – Aluno 3: Pode ter tido alteração no modo como eles consomem energia ao passar dos anos.

102 – Aluno 1: E você dá ideia depois que ela copia.

103 – Aluno 2: Gente vamos fazer assim, isso é o rascunho, tá?

104 – Aluno 3: Isso é hipótese, estou falando solução.

105 – Aluno 1: Qual seria a solução?

106 – Aluno 7: Comprar aparelhos novos.

107 – Aluno 6: Mas aí ela gastaria mais do que pagando a conta.

Áudio muito baixo, seguido de silêncio.

108 – Aluno 2: Objetivos de estudo... o que você procurou saber?

Silêncio.

109 – Aluno 1: Nós lemos o livro e... Eu li a parte de cálculo do consumo de energia elétrica pra saber por que a energia aumenta.

110 – Aluno 1: A gente procurou saber por que houve essa alteração no preço da energia. E pra isso a gente teve que ler cálculo de consumo de energia elétrica.

Silêncio.

111 – Aluno 3: Ainda não é isso.

112 – Aluno 2: Sim, a gente vai estudar os circuitos elétricos? Ou não?

113 – Aluno 3: É só pesquisar porque os aparelhos antigos consomem mais energia do que os novos. Só isso.

114 – Aluno 2: É só pesquisar porque os aparelhos antigos gastam mais, consomem mais energia do que os novos.

Alunos falam baixo e com o barulho na sala não é possível entender o que dizem.

115 – Aluno 1: Minha gente, quando a gente conseguir pesquisar isso, a gente vai ter solucionado o problema. Se a gente conseguir confirmar que os aparelhos antigos consomem mais que os novos, por serem antigos, a gente diz que a solução é...

116 – Professora: Vocês têm até terça-feira para resolver esse problema. Pesquisem em outras fontes e outra coisa, vocês não vão fazer em casa, vocês vão estudar para resolver em sala de aula. O trabalho é do grupo, é discussão. É o que o grupo acha, tá certo?

117 – Aluno 1: Aluno 8 você concorda que os aparelhos antigos consomem mais por serem antigos?

118 – Aluno 8: Concordo.

119 – Aluno 1: E você Aluno 7?

120 – Aluno 7: Concordo também.

(Risos e conversas fora do assunto)

121 – Aluno 1: Sim a gente vai ficar fazendo o quê?

Conversas fora do assunto, seguido de silêncio.

122 – Aluno 5: Fale também sobre as lâmpadas.

123 – Aluno 1: Eu vou pesquisar e envio no grupo do whatsapp. Eu vou fazer um com todo mundo aqui. Só pra gente ir pesquisando e ir enviando idéia. A gente manda o que conseguiu pesquisar aí vocês dão uma olhada e quando chegar aqui na sala a gente discute.

Alunos falam todos de uma só vez e baixo.

Silêncio.

Conversas fora do assunto.

Silêncio.

124 – Aluno 1: Pesquisar porque aparelhos antigos consomem mais energia do que aparelhos novos?

Conversas fora do assunto.

125 – Aluno 1: E tem que pesquisar mais o que de exatas?

126 – Aluno 3: Só isso.

Silêncio.

127 – Aluno 1: Eu não sei não me expressar... como é que eles puxam energia para funcionarem.

128 – Aluno 4: Eu pesquisei sobre o selo procel... Tem o selo na geladeira e vem para economizar... Eu não sei explicar muito bem. Tem o selo lá e vem uma letra. Se a letra for A ela consome menos energia, agora se ela for G, por exemplo, ela consome mais ainda.

129 – Aluno 6: Se eu não me engano eu vi aqui no livro uma fórmula para calcular o quanto cada eletrodoméstico gasta.

A professora solicita aos alunos que parem as discussões para falar sobre a avaliação.

Transcrição da gravação do Grupo 5 no fechamento do Problema 3 em 05/07/16

01 – Aluno 1: Sim, cadê Aluno 2, você pesquisou o quê?

Barulho

02 – Aluno 2: Está desorganizado.

Barulho

03 – Aluno 1: Quem foi que anotou? Quem foi que fez essas hipóteses?

04 – Aluno 5: Eu... Eu fiz em casa, entendeu?

05 – Aluno 1: Eu gostei dessa daqui. Isso daqui. Olhe... Reduza a sua dependência de aparelhos. É como se fosse uma solução. Reduzir a dependência de aparelhos é uma solução... Para o pai e o filho que não tem hábitos econômicos.

06 – Aluno 5: É.

Silêncio

07 – Aluno 1: Mantenha a sua casa a uma temperatura baixa durante o inverno? Ajuda é?

Alunos conversam baixo.

08 – Aluno 4: Sim, mas ela já fez o que seria a solução.

09 – Aluno 1: Deixe eu ver.

10 – Aluno 1: Maria deverá trocar os aparelhos antigos... (Segue em leitura silenciosa)

Silêncio no grupo.

11 – Aluno 1: Está bom. É isso mesmo.

12 – Aluno 5: É?

13 – Aluno 1: É.

Silêncio no grupo.

14 – Aluno 1: Aluno 3. Olhe... Veja aí a solução.

15 – Aluno 5: Se ele conseguir ler, né?

Silêncio no grupo.

16 – Aluno 1: Deixe eu ler... É bem assim... Olhe... Maria deverá trocar os aparelhos antigos que consomem muita energia elétrica por aparelhos novos, pois com a evolução da tecnologia de materiais, principalmente, tem proporcionado aparelhos e equipamentos cada vez mais eficientes em relação ao consumo de energia. Outro fator a ser considerado é a questão do consumo racional de energia elétrica que está profundamente associada à preservação dos recursos naturais e a manutenção da sustentabilidade do planeta.

17 – Aluno 1: Está bom?

18 – Aluno 3: Falta falar sobre... (som inaudível)

19 – Aluno 1: Sobre o quê?

20 – Aluno 1: Aí tem falando bem assim, a questão do consumo racional. No caso do pai e do filho que não tem hábitos econômicos. Quando eles conseguirem racionalizar melhor ele vão parar. Ou você discorda quando está falando do consumo racional?

21 – Aluno 3: Não. Está bom.

22 – Aluno 1: Por que se você quiser acrescentar.

Silêncio no grupo.

23 – Professora: Já estão concluindo mesmo?

24 – Aluno 1: Hã rã, só falta passar a limpo.

Silêncio

Conversas fora do assunto

25 – Aluno 2: Precisa copiar a pergunta?

26 – Aluno 1: Não, coloque só a solução... Coloque hipóteses, né? Aí depois objetivos de aprendizagem...

Enquanto a secretária passa a limpo os demais alunos conversam coisas fora do assunto.

Silêncio no grupo.

27 – Aluno 5: Conseguiram a fórmula?

28 – Aluno 1: Quando você fez ontem, eu conseguir fazer.

29 – Aluno 5: A outra. Tem a outra.

30 – Aluno 1: Qual?

31 – Aluno 5: Eu pesquisei na internet e eles usaram outra fórmula.

Os alunos procuram no livro um cálculo que envolve uma fórmula diferente de potência.

Os alunos conversam baixo.

32 – Aluno 1: A gente não teve nem muito que discutir, né? Quando entregaram esse problema a gente basicamente já encontrou. Agora se está certa, né? É outra questão.

Os alunos conversam baixo.

Silêncio no grupo.

33 – Professora: Ô turma... Só um lembretezinho. No final de toda resolução de problema a gente faz alguma coisa, não faz?

34 – Professora: A última avaliação, a autoavaliação e a avaliação do grupo. Então devemos deixar um tempinho para isso. Então... Adiante um pouquinho mais para que os 15 minutos finais a gente possa fazer.

O aluno 5 começa a descrever a resolução de um exercício que envolve encontrar a energia utilizando a fórmula de potência.

35 – Aluno 5: (som inaudível) Aí no caso ele vai dar em “volts” e você vai ter que dá em joules. Aí, exemplo, a potência é igual a... Vamos dizer que foi 500... 500 watts. Aí a energia é o (som inaudível)... E delta t o tempo que ele gastou, por exemplo, vamos dizer 15 minutos. Aí você vai multiplicar por 60 que vai dá 900. Aí você coloca p é igual energia vezes delta t ou... Dividido por delta t. Aí você coloca 500 que é o “volts” igual a energia sobre 900. Aí você passa, energia é igual a 900 vezes 500 que vai dá o resultado. Deixe eu ver o resultado. 450000 joules. Só isso.

36 – Aluno 1: Esses cálculos até que são fáceis.

37 – Aluno 5: Mas também tem ele para você dar em quilowatt vezes hora. Aí você tem que dividir. O tempo seria delta t é igual a, exemplo, delta t vai ser de 15 minutos. Aí você vai dividir por 60 que vai dar igual 0,25. Aí você vai botar horas.

38 – Aluno 5: Essa daqui. Olhe. Essa eu entendi um pouco. O p é o watts o U é o volts e o i é, cadê... (som inaudível). Aí, exemplo, você vai colocar a potência, vamos dizer que a potência foi de 200 “volts”. Volts é igual a menos 100 e você vai procurar... O i. Aí você coloca p é igual a i vezes V. 200 é igual i vezes -100. Aí, 200, está me ouvindo, né? Aí vai dar -100...

(Risos)

Silêncio no grupo

39 – Aluno 5: Sim voltando. Aí é só você passar 200, i é igual a 200...

40 – Aluno 1: Deixe eu ver.

41 – Aluno 5: 200 menos 100. É, eu acho que eu dei menos 100. É... Não seria menos 100 não. Seria 100 só. Eu acho que é isso.

42 – Aluno 5: Não é isso professora?

43 – Professora: O que é que vocês estão fazendo?

44 – Aluno 5: Estou tentando fazer os cálculos para achar a potência elétrica e o outro é o consumo de energia elétrica. Eu acho que é assim. Mais ou menos assim. Que eu olhei os exemplos.

45 – Professora: A potência é quanto?

46 – Aluno 5: A potência é 200 watts

47 – Professora: E aí o que ele dá mais?

48 – Aluno 5: Dá o volts...

49 – Professora: A ddp, U igual a 100 volts e aí você vai calcular i, né isso?

50 – Aluno 5: Isso.

51 – Professora: E qual é a fórmula?

52 – Aluno 5: P igual a i vezes U . E eu botei V .

(Som inaudível)

53 – Aluno 5: E a outra é essa aqui, que o da... Do consumo de energia.

54 – Professora: O que é que você tem de informação aí?

55 – Aluno 5: Tenho P que significa potência, né? Aí eu botei como exemplo 500 watts. Aí coloquei o Δt que ele está dizendo. Exemplo, eu coloquei como 15 minutos vezes 60 dá 900 segundos.

56 – Professora: Você está utilizando segundo, unidade do sistema internacional.

57 – Aluno 5: Isso. Aí eu coloquei p igual a energia vezes Δt .

58 – Professora: A energia seria em joules.

59 – Aluno 5: Isso. E o outro seria do mesmo jeito. Só mudar, exemplo, 15 dividido por 60, vai dá igual a 0,25 horas.

60 – Professora: E a potência também.

61 – Aluno 5: A potência que no caso vai ser em quilowatt.

62 – Professora: Isso. E como você faz?

63 – Aluno 5: Eu não lembro como se faz mais não.

64 – Professora: Você divide por mil, pois um quilowatt é igual a mil watts, aí você precisa dividir.

65 – Aluno 1: É só dividir por mil.

66 – Professora: Isso, de watts para quilowatts é só dividir por mil.

67 – Aluno 1: Pronto. É isso.

68 – Aluno 5: Quando eu entendo o assunto não cai, quando eu não entendo só cai fórmula.

Conversas fora do assunto.

Apêndice D – Ficha de autoavaliação, avaliação dos componentes do grupo e do problema

AUTOAVALIAÇÃO, AVALIAÇÃO DO GRUPO E DO PROBLEMA								
ALUNO:					GRUPO:			
PROBLEMA:			DATA:					
Escala de Avaliação: (E) Excelente; (B) Bom; (R) Regular; (I) Insuficiente; (NA) Não se aplica.		Nomes dos componentes do grupo, incluindo o seu.						
Fez perguntas relevantes, respondeu as perguntas dos outros e ofereceu sugestões positivas?								
Foi um bom ouvinte e respeitou as opiniões dos outros, elogiando e encorajando os colegas?								
Realizou o estudo individual e dispôs-se a encontrar e trazer informações de qualidade para a discussão em grupo?								
Manteve-se concentrado e participativo durante as discussões no grupo?								
Contribuiu para a organização da equipe e para a construção de consenso?								
O coordenador do grupo expressou liderança?								
O secretário desempenhou bem a sua função?								
Houve facilidade para identificar o problema?								
Houve facilidade para propor hipóteses?								
Houve facilidade em estabelecer os objetivos de estudo?								
Houve facilidade para propor uma solução para o problema?								
O problema estimulou a discussão em grupo?								
O problema motivou o estudo individual?								
O tempo das sessões de discussão e resolução do problema foi suficiente?								
O tempo do estudo individual foi adequado?								
Quais os recursos de aprendizagem utilizados?		Indique com sim ou não nas opções abaixo					SIM	NÃO
Livro didático								
Internet								
Outros. Especifique:								

Apêndice E – Respostas dos alunos à ficha de avaliação

Soma das avaliações recebidas pelo aluno nos itens (1) Fez perguntas relevantes, respondeu as perguntas dos outros e ofereceu sugestões positivas? (2) Realizou o estudo individual e dispôs-se a encontrar e trazer informações de qualidade para a discussão em grupo? e (3) Contribuiu para a organização da equipe e para a construção de consenso?

Grupo 1 – Problema 2

Aluno	Nº de avaliações excelente (E) recebidas pelo aluno	Nº de avaliações bom (B) recebidas pelo aluno	Nº de avaliações regular (R) recebidas pelo aluno	Nº de avaliações insuficiente (I) recebidas pelo aluno
1	12	6	0	0
2	12	6	0	0
3	10	8	0	0
4	10	8	0	0
5	11	7	0	0
6	10	8	0	0

Grupo 5 – Problema 3

Aluno	Nº de avaliações excelente (E) recebidas pelo aluno	Nº de avaliações bom (B) recebidas pelo aluno	Nº de avaliações regular (R) recebidas pelo aluno	Nº de avaliações insuficiente (I) recebidas pelo aluno
1	13	11	0	0
2	13	11	0	0
3	12	12	0	0
4	7	16	1	0
5	10	14	0	0
6	9	15	0	0
7	8	14	2	0
8	10	13	1	0

Avaliação do problema

Grupo 1 – Problema 2

Item avaliado	Nº de alunos que avaliaram o item como excelente (E)	Nº de alunos que avaliaram o item como bom (B)	Nº de alunos que avaliaram o item como regular (R)	Nº de alunos que avaliaram como o item insuficiente (I)
1	2	4	0	0
2	4	2	0	0
3	6	0	0	0
4	3	3	0	0
5	6	0	0	0
6	2	4	0	0
7	3	2	1	0
8	3	3	0	0

Grupo 5 – Problema 3

Item avaliado	Nº de alunos que avaliaram o item como excelente (E)	Nº de alunos que avaliaram o item como bom (B)	Nº de alunos que avaliaram o item como regular (R)	Nº de alunos que avaliaram como o item insuficiente (I)
1	5	2	0	0
2	6	1	0	0
3	2	5	0	0
4	5	1	1	0
5	4	1	2	0
6	2	4	1	0
7	2	4	1	0
8	3	3	0	0

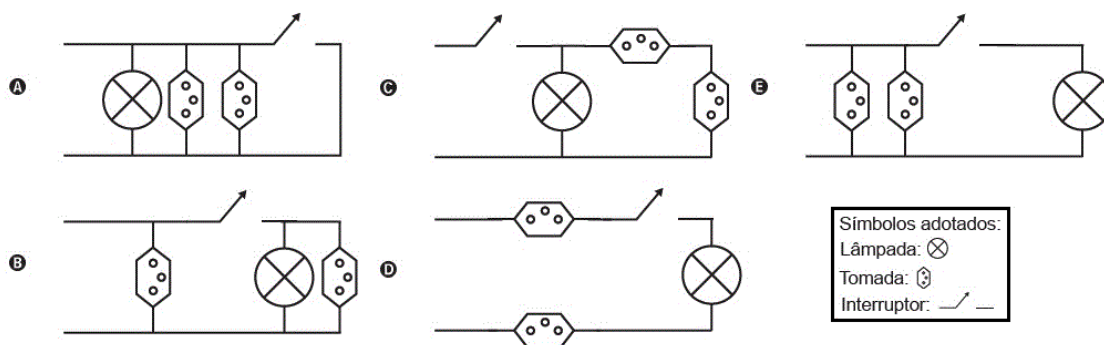
Observação: O número de respostas não coincide com o número de alunos visto que o aluno 3 não utilizou a escala de avaliação indicada e aluno 8 não respondeu ao último item.

Item avaliado:

- (1) Grau de facilidade na identificação o problema;
- (2) Grau de facilidade na proposição de hipóteses;
- (3) Grau de facilidade em estabelecer os objetivos de estudo;
- (4) Grau de facilidade na proposição de uma solução para o problema;
- (5) Grau de estímulo produzido pelo problema para sua discussão em grupo;
- (6) Grau de motivação produzido pelo problema para seu estudo individual (autodirigido);
- (7) tempo disponível para a discussão em grupo;
- (8) tempo disponível para o estudo individual (autodirigido).

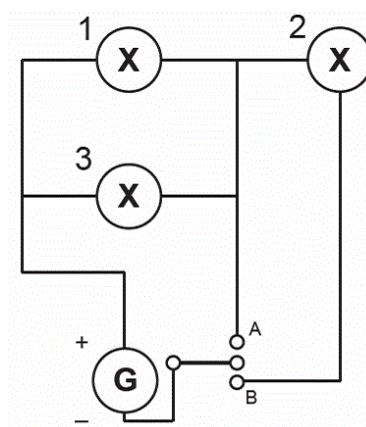
Apêndice F – Prova aplicada após as atividades com as três situações-problema

Questão 1 – (Adaptada do ENEM 2015) – Um estudante precisa instalar duas tomadas e um interruptor, em seu quarto, para que possa ligar um computador e o seu monitor e, acender e apagar uma lâmpada sem que isso interfira no ligar e desligar dos outros dois aparelhos. Para isso, recorre a um amigo que está cursando a 3ª série do ensino médio, para esboçar o circuito elétrico, o qual deve ser submetido à tensão da rede elétrica. Indique e justifique a opção que você, como amigo do estudante, esboçaria, atendendo as exigências requeridas pela situação relatada.



Espaço para a justificativa

Questão 2 – (Adaptada do ENEM 2014) – O sistema de iluminação ao lado foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B. Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição A ou B? Por quê?



Questão 3 – (Adaptada do ENEM)

No quadro ao lado são listadas algumas recomendações para a economia de energia elétrica em uma residência. A característica comum a **todas** essas recomendações é a proposta de economizar energia através da tentativa de, no dia a dia, reduzir

- a potência dos aparelhos elétricos.
- o tempo de utilização dos aparelhos e dispositivos elétricos.
- o consumo de energia elétrica convertida em energia térmica.
- o consumo de energia térmica convertida em energia elétrica.
- o consumo de energia elétrica através de corrente de fuga.

Algumas recomendações para a economia de energia elétrica em uma residência:

- 1- Substitua lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas ou de LED.
- 2- Evite usar o chuveiro elétrico com a chave na posição "inverno" ou "quente".
- 3- Acumule uma quantidade de roupa para ser passada a ferro elétrico de uma só vez.
- 4- Evite o uso de tomadas múltiplas para ligar vários aparelhos simultaneamente.
- 5- Utilize, na instalação elétrica, fios de diâmetros recomendados às suas finalidades.

Questão 4 – Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados. (ENEM 2011)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo			A	B
Tensão (V ~)			127	220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2 440	2 540
		●●	4 400	4 400
		●●●	5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampère)			50	30
Seção dos condutores (mm²)			10	4

Fonte: ENEM 2011

(Adaptado de Vunesp) Um jovem casal instalou em sua casa o modelo B. No entanto, os jovens verificaram que toda vez que ligavam o chuveiro na potência máxima, desarmava-se o disjuntor. Pretendiam até recolocar no lugar o velho chuveiro de 3300 watts/220 volts, que nunca falhou. O que explica a ocorrência dessa situação?

Para evitar esse inconveniente é necessário:

- Substituir o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 20 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 25 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 25 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 30 ampères.
- Substituir o velho disjuntor de 25 ampères por um novo, de 20 ampères.

Questão 5 – (Adaptada do ENEM) Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo. Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma.

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1KWh é de R\$ 0,40, o valor pago pelo consumo mensal de energia elétrica dessa casa é aproximadamente

Aparelho	Potência (KW)	Tempo de uso diário (horas)
Ar-condicionado	1,5	8
Chuveiro elétrico	3,3	1/3
Freezer	0,2	10
Geladeira	0,35	10
Lâmpadas	0,10	6

- a) R\$ 135
- b) R\$ 165
- c) R\$ 190
- d) R\$ 210
- e) R\$ 230

Questão 6 – Uma família possui e utiliza os aparelhos do quadro anterior sob as mesmas condições de tempo de uso descritas. Nos últimos meses, com a adoção de bandeiras tarifárias pelas companhias de energia elétrica, a conta ficou mais cara, obrigando os membros da família a mudarem de hábitos com relação ao uso dos aparelhos elétricos. Desejando diminuir o consumo mensal de energia elétrica a família decidiu, então, não fazer mais uso de um dos equipamentos. Qual dos aparelhos elétricos a família não deve mais usar e por quê?

ANEXOS

ANEXO A – Folha de conhecimento do Grupo 1 (Hipóteses, objetivos de aprendizagem e proposta de solução do Grupo 1 para o Problema 2).

Hipóteses	Grupo 1
1. Os tamanhos das bitolas não foram escolhidos de forma adequada.	
2. A parte isolante da bitola pode ter sido deteriorada.	
3. Ligação direta	
4. O disjuntor sobrecarregou, por isso disparou.	
5. A falta de fio terra	
Solução	
1. Desligar a rede elétrica da casa para trocar a fiação.	
2. Cortar a parte exposta e fazer a função dos fios.	
3. Instalação de um interruptor paralelo, ou fazer uma ligação para cada lâmpada.	
4. Instalação de mais um disjuntor.	
5. Instalação de um fio terra.	
Objetivos de Aprendizagem	
1. Pesquisar um modelo de instalação correto e incorreto, para poder compará-los.	
2. Pesquisar o que seria "bitola" e sua função.	
3. Quando o disjuntor disparou.	
4. O que é uma ligação direta.	
5. O que seria interruptor paralelo.	
6. Como ocorre uma sobrecarga.	

ANEXO B – Folha de conhecimento do Grupo5 (Hipóteses, objetivos de aprendizagem e proposta de solução do Grupo 1 para o Problema 3).

Grupo 5
<p><u>Possíveis hipóteses:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparelhos eletrônicos lado a lado e atrapalha o desempenho do outro. • Uso do ar condicionado com frequência. • Aparelhos antigos consomem muita energia. • Fiação com problema (fios desmiçados). • Aparelho em "stand by" (modo de espera). • Lâmpadas incandescentes.
<p><u>Objetivos de aprendizagem:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Entender as características de uma eletricidade; • Entender quais aparelhos eletrônicos economizam mais; • Entender a importância da Energia Renovável;
<p><u>Proposta de Solução para a situação apresentada:</u></p> <p>Evitar utilizar todos os aparelhos antigos, que consomem muita energia elétrica, por aparelhos novos, pois com a evolução da tecnologia de materiais, principalmente, tem proporcionado aparelhos e equipamentos cada vez mais eficientes. O consumo de energia está interligado ao consumo nacional de energia elétrica está profundamente associado à preservação dos recursos naturais e a manutenção da sustentabilidade do planeta.</p>

ANEXO C – Ficha de Avaliação elaborada por Ann Lambros (2004)

Form 5.1 Individual Student Assessment in Group (I)					
Student Name _____			Problem _____		
Rate each individual's performance as:			4 = Excellent 3 = Good 2 = Fair 1 = Poor 0 = Unscorable		
		<i>Student Names</i>			
Date:					
CRITERIA					
Participates in group work					
Contributes to project success					
Listens to others					
Asks and answers questions					
Stays on task					
Finds and contributes quality information					
Cooperates with others					
Offers positive suggestions					
Exhibits leadership					
Compliments and encourages others					
Overall Rating:					

ANEXO D – Fichas elaboradas por Ribeiro (2010)

Ficha 1:

ANEXO IV	
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO (AD)	
Código da Disciplina:.....	Grupo:.....
Nome da Disciplina:.....	Problema:.....
Professor Responsável:	Data: /.... /....
Escala de avaliação: Use a seguinte escala para avaliar a si mesmo(a) e aos outros membros de sua equipe: (E) excelente; (B) bom; (R) regular; e (I) insuficiente.	
Avaliação de membros da equipe. Ao avaliar a si mesmo e os outros membros da sua equipe, considere o seguinte: Você ou a pessoa estava presente em todos os encontros na sala de aula, veio preparado(a) para a discussão e contribuiu para a discussão em grupo? Você ou a pessoa fez perguntas relevantes e respondeu as perguntas dos outros? Você ou a pessoa dispôs-se a realizar tarefas fora da sala de aula e a trazer material relevante para a discussão em grupo? Você ou a pessoa foi um(a) bom(a) ouvinte e respeitou as opiniões dos outros? Você ou a pessoa contribuiu para a organização geral da equipe e para a construção de consenso?	
Nome dos membros do grupo: 1. Meu nome é..... 2. 3. 4. 5.	Avaliação
Comentários (Use este espaço para fazer comentários que julgar necessários sobre as avaliações acima)	
Comentários gerais sobre o funcionamento e desempenho do grupo. (Use este espaço para colocar quaisquer dificuldades encontradas pelo grupo e estratégias de superação, implementadas ou passíveis de serem implementadas em grupos futuros)	

Ficha 2:

ANEXO V	
AVALIAÇÃO DO PROCESSO EDUCACIONAL (APE)	
Código da Disciplina:.....	Grupo:.....
Nome da Disciplina:.....	Problema:.....
Professor Responsável:.....	Data: /.... /....
Escala de Avaliação: Usem a seguinte escala para avaliar o problema e o processo educacional: (E) excelente; (B) bom; (R) regular; e (I) insuficiente.	
Avaliação do Problema – considerem os seguintes critérios:	
Critérios: 6. Motivação 7. Relevância 8. Integração de conhecimentos 9. Facilidade de obtenção de material 10. Tempo para compleição das atividades 11. Apresentação dos produtos (resultados) 12. Alcance dos objetivos educacionais 13. Outro:	Avaliação
Comentários. (Usem este espaço para fazer os comentários que julgarem necessários sobre as avaliações acima, indicando como o caso/problema pode ser melhorado)	
Síntese de Conceitos. (Usem este espaço para sintetizar e explicitar novos conceitos aprendidos durante o processo de solução do caso/problema e colocar perguntas sobre pontos que considerem ainda obscuros)	